



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

RECEIVED

FEB 07 2001

Technology Center 2600

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 21 DEC. 2000

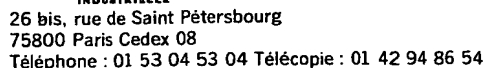
Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30
<http://www.inpi.fr>

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Code de la propriété intellectuelle - Livre VI




REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W /260899

<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Réservé à l'INPI</div> <div> <div>REMISE DES PIÈCES</div> <div>DATE</div> <div>LIEU</div> <div>N° D'ENREGISTREMENT</div> <div>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI</div> <div>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE</div> <div>PAR L'INPI</div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> 3 DEC 1999 75 INPI PARIS 9915280 - 3 DEC. 1999 </div>		<div> <div>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</div> <div>À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</div> <div>RINUY, SANTARELLI</div> <div>14, avenue de la Grande Armée</div> <div>75017 PARIS</div> </div>
<div> <div>Vos références pour ce dossier</div> <div>(facultatif)</div> <div>BIF022266/FR</div> </div>		
<div> <div>Confirmation d'un dépôt par télécopie</div> <div><input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie</div> </div>		
<div>2 NATURE DE LA DEMANDE</div>	<div>Cochez l'une des 4 cases suivantes</div>	
<div>Demande de brevet</div>	<div><input checked="" type="checkbox"/></div>	
<div>Demande de certificat d'utilité</div>	<div><input type="checkbox"/></div>	
<div>Demande divisionnaire</div> <div> <div>Demande de brevet initiale</div> <div>ou demande de certificat d'utilité initiale</div> </div>	<div><input type="checkbox"/></div> <div> <div>N°</div> <div>Date</div> <div>/</div> <div>/</div> </div> <div> <div>N°</div> <div>Date</div> <div>/</div> <div>/</div> </div>	
<div>Transformation d'une demande de brevet européen</div> <div>Demande de brevet initiale</div>	<div><input type="checkbox"/></div> <div> <div>N°</div> <div>Date</div> <div>/</div> <div>/</div> </div>	
<div>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</div> <div> <div>Procédé et dispositif de recherche d'images basée sur le contenu prenant en compte le contenu de régions d'intérêt.</div> </div>		
<div>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</div> <div>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</div> <div>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</div> <div>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</div>	<div> <div>Pays ou organisation</div> <div>Date</div> <div>/</div> <div>/</div> <div>N°</div> </div> <div> <div>Pays ou organisation</div> <div>Date</div> <div>/</div> <div>/</div> <div>N°</div> </div> <div> <div>Pays ou organisation</div> <div>Date</div> <div>/</div> <div>/</div> <div>N°</div> </div> <div> <div><input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</div> </div>	
<div>5 DEMANDEUR</div>	<div> <div><input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</div> </div>	
<div>Nom ou dénomination sociale</div>	<div>CANON KABUSHIKI KAISHA</div>	
<div>Prénoms</div>		
<div>Forme juridique</div>	<div>Société de droit Japonais</div>	
<div>N° SIREN</div>		
<div>Code APE-NAF</div>		
<div>Adresse</div>	<div>30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku,</div>	
<div>Rue</div>		
<div>Code postal et ville</div>	<div>Tokyo</div>	
<div>Pays</div>	<div>JAPON</div>	
<div>Nationalité</div>	<div>JAPONAISE</div>	
<div>N° de téléphone (facultatif)</div>		
<div>N° de télécopie (facultatif)</div>		
<div>Adresse électronique (facultatif)</div>		

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU 3 DEC 1999 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 250899	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)			BIF022266/FR		
6 MANDATAIRE					
Nom					
Prénom					
Cabinet ou Société					
RINUY, SANTARELLI					
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel					
Adresse		Rue	14, avenue de la Grande Armée		
		Code postal et ville	750017	PARIS	
N° de téléphone (facultatif)		01 40 55 43 43			
N° de télécopie (facultatif)					
Adresse électronique (facultatif)					
7 INVENTEUR (S)					
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée			
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)			
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non			
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :			
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes					
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI		
Bruno QUANTIN N°92.1206 RINUY, SANTARELLI					

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1 / 1
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		BIF022266/FR	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		9215 280	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Procédé et dispositif de recherche d'images basée sur le contenu prenant en compte le contenu de régions d'intérêt.			
LE(S) DEMANDEUR(S) : CANON KABUSHIKI KAISHA			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		LABELLE	
Prénoms		Lilian	
Adresse	Rue	9 rue du Quai,	
	Code postal et ville	22100	DINAN, FRANCE.
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Le 3 décembre 1999 Bruno QUANTIN N°92.1206 RINUY, SANTARELLI	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5

10 La présente invention concerne un procédé de recherche d'images, à partir d'une image d'exemple, parmi une pluralité d'images stockées dans une base de données, chacune des images stockées étant associée à une donnée représentative d'au moins une caractéristique du contenu visuel de l'image.

15 L'invention concerne également un dispositif apte à mettre en œuvre un tel procédé.

 Une méthode conventionnelle de recherche d'images numériques dans une base de données contenant des images repose sur un système d'indexation des images dans la base de données.

20 Le but du système d'indexation est d'associer à chaque image de la base une information caractéristique du contenu de l'image appelé index de l'image. L'ensemble de ces informations formant l'index de la base de données.

 Un utilisateur peut alors interroger la base de données d'images au travers d'une requête contenant une information caractéristique du type
25 d'image recherchée. Le contenu de la requête est ensuite comparé suivant une stratégie de recherche avec le contenu de l'index de la base de données.

 Finalement, l'image de la base dont l'information indexée a la plus grande similarité avec le contenu de la requête est alors extraite. Une pluralité

d'images extraites de la base peut être également présentées à l'utilisateur, ordonnées selon l'importance de leur similarité avec la requête.

Dans un système traditionnel d'indexation d'images numériques, l'index de la base de donnée est composé de descripteurs textuels des images stockées.

La requête de l'utilisateur est alors constituée de mots clés décrivant les caractéristiques du contenu de l'image à rechercher.

Ce type d'indexation par descripteurs textuels présente l'inconvénient d'être imprécis en particulier parce qu'une même image peut être décrite de différente façon par différents utilisateurs.

Pour pallier ce type d'inconvénient, le besoin s'est donc fait ressentir d'élaborer des techniques permettant de représenter et d'extraire le contenu sémantique d'une image numérique.

Des méthodes sont apparues dans lesquelles une image est caractérisée selon la distribution des couleurs ou des textures qui la composent.

Dans d'autres méthodes, une image est caractérisée par la forme, le contour d'un objet qui la compose.

Mais tous ces descripteurs appelés « primitives » de l'image, ne reflètent que des caractéristiques physiques de l'image, et sont donc de bas niveau sémantique.

Pour augmenter le caractère sémantique de l'indexation des images, des systèmes d'indexation qui utilisent la combinaison de primitives de bas niveau commencent à voir le jour.

Un des plus célèbres est certainement le système QBIC (« *query-by-image-content* ») développé par la société IBM.

Pour obtenir plus de détails sur ce système, on peut se référer à l'article « *The QBIC Project : Querying Images by Content Using Color, Texture, and Shape* », de Niblack, W et al., paru dans IBM Computer Sciences Research Report, pp 1-20 (1^{er} fév. 1993). On peut également se reporter au



brevet américain N° 5579471 de la société IBM intitulé « *Image query system and method* » .

Le système QBIC permet de retrouver des images fixes (ou de la vidéo) numériques à partir d'une requête par l'exemple. Dans le cas particulier
5 des images fixes, cette requête est définie soit comme une image complète, soit comme un objet de forme rectangulaire ou arbitraire, extrait d'une image ou défini par l'utilisateur.

Le contenu des images de la base de donnée est caractérisé par sa distribution de couleurs (histogramme), sa texture et sa forme.

10 Dans le cas où la requête est définie comme une portion encore appelée région, d'une image, la mesure de similarité tient également compte de la position spatiale de cette région.

Toutefois, la requête ne porte au mieux que sur une seule portion de l'image d'exemple.

15 Par ailleurs, l'utilisateur n'a pas la possibilité de désigner des zones particulières de l'image d'exemple dont il ne veut pas retrouver le contenu dans le type d'images qu'il recherche.

En outre, l'utilisateur ne peut pas spécifier au système de recherche qu'il désire que la recherche ne se fasse qu'à partir du contenu de
20 régions particulières qu'il a définies dans l'image d'exemple, sans prendre en considération le contenu du reste de l'image.

Ces zones ou régions particulières de l'image d'exemple sont désignées, dans la suite de la description, sous l'expression « régions d'intérêt » .

25 La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités des systèmes de recherche d'images de l'art antérieur.

A cet effet, la présente invention concerne un procédé de recherche d'images, à partir d'une image d'exemple, parmi une pluralité d'images stockées dans une base de données, chacune des images stockées
30 étant associée à une donnée d'un premier type, dite index de l'image stockée, représentative d'au moins une caractéristique du contenu visuel de l'image.



Conformément à l'invention ce procédé de recherche d'images comporte les étapes suivantes :

- recevoir une donnée d'un deuxième type représentative de la localisation d'au moins une région d'intérêt dans l'image d'exemple ;

5 - pour chaque région d'intérêt, recevoir une donnée d'un troisième type indicative d'un type de prise en compte du contenu de ladite région d'intérêt pour la recherche d'images ;

10 - calculer une donnée d'un quatrième type, dit index de l'image d'exemple, représentative d'au moins une caractéristique du contenu visuel de l'image d'exemple, le mode de calcul de la donnée du quatrième type dépendant de la donnée du deuxième type et des données du troisième type ;

15 - calculer une similarité entre l'image d'exemple et chacune des images parmi au moins un sous-ensemble des images stockées, la similarité étant calculée à partir de ladite donnée du premier type associée à l'image stockée et la donnée du quatrième type associée à l'image d'exemple ;

- fournir au moins une image, dite image résultat, de la base de données, cette (ces) image(s) résultat étant sélectionnée(s) parmi les images stockées de la base de données selon son (leur) degré de similarité avec l'image d'exemple.

20 Ainsi, d'une part, en permettant à l'utilisateur de fournir une information (donnée du troisième type) lui permettant de préciser la façon dont il veut que le contenu des régions d'intérêt qu'il a définies dans l'image d'exemple soit pris en compte dans la recherche d'images, le procédé de recherche de la présente invention, offre à l'utilisateur une grande souplesse

25 pour définir de façon précise sa requête. D'autre part, en adaptant le calcul de l'index de l'image d'exemple à ces données du troisième type, on obtient un calcul de similarité entre l'image d'exemple et une image stockée quelconque qui est très précis et qui reflète fidèlement les choix de l'utilisateur dans la définition de sa requête.



Selon un mode préféré de réalisation de l'invention, la donnée du troisième type, notée V_r , associée à une région d'intérêt, notée ROI_r , est une donnée scalaire pouvant prendre toutes les valeurs comprises entre une valeur inférieure prédéfinie, V_{min} , et une valeur supérieure prédéfinie, V_{max} . D'autre part, si cette donnée du troisième type V_r est égale à la valeur inférieure prédéfinie V_{min} , le contenu des images recherchées ne doit pas être similaire au contenu de la région d'intérêt ROI_r correspondante ; si cette donnée du troisième type V_r est égale à la valeur supérieure prédéfinie V_{max} , le contenu des images recherchées doit être similaire au contenu de la région d'intérêt ROI_r correspondante ; enfin, si cette donnée du troisième type V_r est comprise strictement entre la valeur prédéfinie inférieure V_{min} et la valeur prédéfinie supérieure V_{max} , le contenu des images recherchées doit être plus ou moins similaire à celui de la région d'intérêt ROI_r correspondante selon que la valeur de V_r se rapproche de V_{max} ou se rapproche de V_{min} , le contenu global de l'image d'exemple devant également être pris en considération.

De cette façon, l'utilisateur dispose d'un moyen simple et efficace pour définir son choix en ce qui concerne la stratégie de recherche qu'il désire appliquer en fonction des régions d'intérêt définies dans l'image d'exemple. D'autre part, le choix de l'utilisateur exprimé sous cette forme, est facilement applicable au travers de l'index de l'image d'exemple dont le mode de calcul dépend des données du troisième type.

Selon une caractéristique du mode préféré de réalisation de l'invention, la donnée du premier type constituant l'index d'une image stockée considérée, est constituée d'un histogramme de couleurs portant sur le contenu global de l'image.

Ainsi, par l'utilisation de la distribution des couleurs dans l'image stockée considérée comme index de cette image, on augmente la précision de l'index, par rapport à l'utilisation d'un autre descripteur tel que la texture.

Selon un aspect particulier du mode de réalisation préféré de l'invention, si toutes les données du troisième type sont égales à la valeur prédéfinie inférieure V_{min} , ou si toutes les données du troisième type sont égales

à la valeur prédéfinie supérieure V_{\max} ; ou bien si chacune des données du troisième type est soit égale à V_{\min} soit égale à V_{\max} , alors l'étape de calcul de l'index de l'image d'exemple, comporte une étape de calcul d'un vecteur, ($G_R(Q)$), dont chaque composante est constituée de l'histogramme de couleurs
 5 représentatif du contenu visuel d'une des régions d'intérêt, ce vecteur constituant l'index de l'image d'exemple.

Ainsi, dans les conditions ci-dessus mentionnées portant sur les données du troisième type, on obtient un index de l'image d'exemple qui n'est représentatif que du contenu des régions d'intérêt de l'image d'exemple,
 10 appliquant ainsi une stratégie conforme au choix de l'utilisateur exprimé par les valeurs qu'il a affectées aux données du troisième type.

Selon un autre aspect particulier du mode de réalisation préféré de l'invention, si toutes les données du troisième type sont strictement comprises entre la valeur prédéfinie inférieure V_{\min} et la valeur prédéfinie supérieure V_{\max} ,
 15 alors l'étape de calcul de l'index de l'image d'exemple, comporte les étapes suivantes :

- calculer une matrice (W) à M ligne et M colonnes, où M est un nombre entier désignant le nombre de couleurs disponibles, dont chaque élément de la diagonale correspond à une des M couleurs disponibles, chacun
 20 des éléments de la diagonale ayant une valeur qui est calculée en fonction du caractère dominant de la couleur associée à cet élément dans les régions d'intérêt associées à l'image d'exemple, et de la donnée du troisième type associée à chacune des régions d'intérêt ;

- calculer l'histogramme de couleurs ($H_M(Q)$) représentatif du
 25 contenu visuel global de l'image d'exemple (Q) ;

- définir l'index de l'image d'exemple (Q) comme étant le résultat ($X(Q)$) du produit de la matrice (W) par l'histogramme de couleurs ($H_M(Q)$) représentatif du contenu visuel global de l'image d'exemple (Q).

Ainsi, dans les conditions ci-dessus mentionnées portant sur les
 30 données du troisième type, on obtient un index de l'image d'exemple constitué d'un histogramme de couleurs dont les éléments de couleur sont pondérés, au



travers du produit de l'histogramme par la matrice, en fonction de la présence de façon dominante de cet élément de couleur dans les régions d'intérêt définies dans l'image d'exemple.

Selon encore un autre aspect particulier du mode de réalisation préféré de l'invention, lorsque les données du troisième type ne sont pas toutes égales à la valeur prédéfinie inférieure V_{\min} , et ne sont pas non plus toutes égales à la valeur prédéfinie supérieure V_{\max} , et ne sont pas non plus chacune soit égale à V_{\min} soit égale à V_{\max} , et ne sont pas non plus toutes strictement comprises entre V_{\min} et V_{\max} , l'index de l'image d'exemple est constitué du résultat ($X(Q)$) du produit de la matrice (W) par l'histogramme de couleurs ($H_M(Q)$) représentatif du contenu visuel global de l'image d'exemple (Q), et du vecteur, ($G_R(Q)$), dont chaque composante est constituée de l'histogramme de couleurs représentatif du contenu visuel d'une des régions d'intérêt.

Ainsi, encore, dans les conditions ci-dessus mentionnées, portant sur les données du troisième type, on obtient un index de l'image d'exemple dont le calcul permet l'adaptation de la stratégie de recherche d'images, aux valeurs des données du troisième type fournies par l'utilisateur.

En pratique, la donnée du second type représentative de la localisation d'au moins une région d'intérêt dans l'image, est constituée d'un ensemble de points à deux dimensions indicatifs de la forme de ou des région(s) d'intérêt et de sa(leur) localisation dans le plan image de l'image.

De cette façon, on obtient un mode de représentation d'une région d'intérêt qui est peu coûteux en termes de ressources informatiques utilisées et qui est suffisant du point de vue de l'exploitation qui en est fait.

D'autres caractéristiques avantageuses du procédé de recherche d'images conforme à la présente invention sont définies dans les revendications annexées à la présente description de l'invention.

Selon un deuxième aspect, la présente invention concerne un dispositif de recherche d'images, à partir d'une image d'exemple, parmi une pluralité d'images stockées dans une base de données.

Conformément à l'invention ce dispositif comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre un procédé de recherche d'images selon l'invention, tel que définit ci-dessus.

La présente invention concerne également un ordinateur, 5 comprenant un dispositif de recherche d'images conforme à l'invention ou des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de recherche d'images conforme à l'invention.

L'invention vise également un programme d'ordinateur comportant une ou plusieurs séquence d'instructions apte à mettre en œuvre le procédé de 10 recherche d'images selon l'invention lorsque le programme est chargé et exécuté dans un ordinateur.

L'invention vise aussi un support d'informations, tel qu'une disquette ou un compact disque (CD), caractérisé en ce qu'il contient un tel programme d'ordinateur.

15 Les avantages de ce dispositif, cet ordinateur, ce programme d'ordinateur et ce support d'informations sont identiques à ceux du procédé tel que succinctement exposés ci-dessus.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

20 Un mode préféré de réalisation de la présente invention va maintenant être décrit à l'appui des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un diagramme blocs illustrant l'architecture générale un dispositif de recherche d'images dans une base de données selon la présente invention ;

25 - la figure 2 représente un organigramme illustrant la séquence des étapes d'un procédé de recherche d'images conforme à la présente invention;

- la figure 3 composée des figures 3a, 3b, 3c, représente un organigramme illustrant le procédé d'indexation de l'image d'exemple selon un 30 mode préféré de réalisation de l'invention ;



- la figure 4 composée des figures 4a, 4b, 4c, représente un organigramme illustrant le procédé de calcul de la similarité entre une image d'exemple et une image de la base de données selon un mode préféré de réalisation de l'invention ;

5 - la figure 5 représente schématiquement un ordinateur adapté à mettre en œuvre le procédé de recherche d'images conforme à la présente invention.

On va décrire tout d'abord en référence à la figure 1, un diagramme blocs illustrant l'architecture générale d'un dispositif de recherche d'images (1) conforme à la présente invention. Le dispositif 1 comporte des éléments électroniques (désignés en anglais sous le terme « hardware ») et des éléments logiciels (désignés en anglais sous le terme « software »).

Le dispositif représenté à la figure 1 comprend une unité 10 d'entrée/sortie de données d'images destinée à permettre l'entrée dans une base de données 11 de nouvelles images à stocker, et de récupérer une image stockée et/ou les données indexées à l'image stockée.

Une unité 30 d'entrée d'une image d'exemple est associée à un dispositif d'entrée 31 pour permettre à un utilisateur d'entrer ou d'indiquer une image d'exemple dont la comparaison avec les images stockées dans la base de données permettra d'obtenir une ou plusieurs images comme résultat de la recherche. Ces images pourront être affichées sur une unité d'affichage 90.

Le dispositif 1 comprend également une unité 20 de stockage de données d'images, destinée à mémoriser de façon temporaire les données récupérées de la base de données 11 ou bien les données associées à l'image d'exemple obtenue par les unités 30 et 31.

Le dispositif de la figure 1 comprend en outre une unité 40 de récupération de données d'index associées aux images stockées dans la base de données 11, ou d'extraction de données d'index associées à des images devant être stockées dans la base de données, selon le cas.

De la même façon une unité 50 est chargée d'extraire ou de récupérer les données d'index de l'image d'exemple.



Une unité 60 de calcul de similarité est chargé d'évaluer la similarité de l'image d'exemple avec les images de la base de données. Une unité 70 de sélection d'images est ensuite chargée de trier les images de la base de données en fonction de leur similarité avec l'image d'exemple, et de sélectionner une ou plusieurs images stockées comme résultat de la recherche. Dans un mode de réalisation préféré de l'invention les images sélectionnées sont ensuite affichées par l'unité d'affichage 90.

Finalement, le dispositif de recherche d'images représenté à la figure 1 comporte une unité de commande 80, pour commander le fonctionnement global du dispositif.

Chaque image stockée de la base de données 11 est indexée de la façon suivante. Lorsqu'une nouvelle image doit être stockée dans la base de données, il est extrait préalablement de celle-ci une donnée représentative d'au moins une caractéristique du contenu visuel de l'image. Conformément à un mode de réalisation préféré de l'invention, cette donnée est caractéristique de la distribution des couleurs (histogrammes de couleurs) dans l'image.

L'invention s'applique également au cas où les images sont stockées sous forme compressée. Dans ce cas, une image est représentée par un train binaire. Par exemple, dans le cas où l'algorithme de compression utilise la décomposition en ondelettes (en anglais « *wavelet transform* ») connue de l'état de la technique, on pourra caractériser le contenu de l'image originale en considérant une sous-bande particulière de l'image.

En définitive, à chaque image stockée de la base de donnée, il est associé une donnée, référencée dans la suite de la description par l'expression « donnée de contenu » ou « donnée du premier type », représentative d'au moins une caractéristique du contenu visuel de l'image. Cette donnée est appelée « index » de l'image stockée considérée.

L'indexation d'une image devant être stockée dans la base de données est effectuée comme mentionné précédemment, par l'unité 40 d'extraction/récupération d'index des images stockées.

En référence maintenant à la **figure 2**, on va décrire le procédé de recherche d'images conforme à la présente invention mis en œuvre par le dispositif de recherche d'images (1) représenté à la figure 1.

Le procédé de recherche commence par l'étape E1 dans laquelle
5 un utilisateur humain utilise l'unité 30 d'entrée d'image d'exemple associée au dispositif d'entrée 31 pour définir une image d'exemple qui servira de référence pour la recherche d'images dans la base de données. L'utilisateur a le choix, pour définir l'image d'exemple, entre désigner une image de la base de données, ou bien fournir une image extérieure à la base de données.

10 Selon le mode de réalisation préféré de l'invention, le dispositif d'entrée 31 comporte un dispositif de pointage telle qu'une souris, ainsi qu'un clavier, et l'unité d'affichage 90 comporte un écran.

Pour permettre à l'utilisateur de choisir une image de la base de données comme image d'exemple, le dispositif de recherche affiche à l'écran
15 90 des icônes représentant les images de la base de données. L'utilisateur peut alors sélectionner à l'aide de la souris, l'icône de l'image dont le contenu lui semble être le plus proche de celui de ou des images qu'il recherche. En variante, l'utilisateur peut également utiliser le clavier pour entrer la référence de l'image stockée qu'il choisit comme image d'exemple.

20 Si l'utilisateur choisit de fournir une image extérieure à la base de données, il pourra par exemple fournir au dispositif de recherche 1 le chemin d'accès à l'image d'exemple qui sera accessible via un lecteur de disquettes ou de compact disques (CDROM) intégrés au dispositif d'entrée 31.

De retour à la figure 2, une fois que l'utilisateur a entré (étape E1)
25 une image d'exemple dans le dispositif de recherche d'images 1, celui-ci définit, à l'étape E2, une ou plusieurs régions d'intérêts (ROIs) associées à l'image d'exemple.

Selon le mode préféré de réalisation de l'invention, l'image d'exemple choisie est affichée à l'écran, et l'utilisateur utilise la souris du
30 dispositif d'entrée 1 pour dessiner le contour d'une région d'intérêt (ROI) de l'image, par exemple en utilisant la souris selon le mode connu sous

l'expression anglaise « drag and drop ». Le contour dessiné peut être d'une forme géométrique courante telle qu'un cercle, ou un polygone, ou d'une forme quelconque. Une fois le contour de la région d'intérêt dessiné, l'utilisateur valide le contour, par exemple en appuyant sur une touche du clavier. Le contour est alors transformé en un ensemble de points 2D qui définit la forme et la position spatiale de cette région sur le plan image.

L'utilisateur a la possibilité de définir plusieurs régions d'intérêts selon la même opération.

Comme on peut le voir dans la case E2 de la figure 2, cet ensemble de données indicatives de régions d'intérêt associées à l'image d'exemple Q, est noté $ROI(Q)$.

En conformité avec l'invention, à l'étape E3 qui suit, l'utilisateur a la possibilité d'associer à chaque région d'intérêt ROI_i , qu'il a définie, une donnée V_i , dont la valeur est indicative de la manière selon laquelle il désire que le contenu visuel de la région d'intérêt concernée soit pris en compte par le processus de recherche d'images.

Selon une caractéristique du mode de réalisation choisi et illustré de l'invention, cette donnée associée à chaque région d'intérêt, est une donnée scalaire, entrée soit par l'intermédiaire du clavier, soit par l'intermédiaire d'un dispositif de pointage, une souris, par exemple.

Plus précisément, dans le mode de réalisation de l'invention, cette donnée scalaire peut prendre toutes les valeurs comprises entre une borne inférieure (notée V_{min}) et une borne supérieure (notée V_{max}).

Selon l'une caractéristique avantageuse du mode de réalisation de l'invention choisi et illustré, la signification donnée à la valeur de chaque donnée V_i , associée à une région d'intérêt ROI_i , est la suivante.

- Si V_i est égal à V_{min} , cela signifie que l'utilisateur recherche des images dans la base de données dont le contenu visuel n'est pas similaire à celui de la région d'intérêt ROI_i , associée.



- Si V_r est égal à un V_{\max} , cela signifie que l'utilisateur recherche des images dont le contenu visuel est similaire à celui de la région d'intérêt ROI_r associée.
- Si V_r est compris strictement entre V_{\min} et V_{\max} , cela signifie que l'utilisateur recherche des images dont le contenu visuel est similaire à celui de l'image d'exemple prise dans sa globalité, mais plus particulièrement en tenant compte du contenu de la région d'intérêt ROI_r associée. Plus particulièrement, plus V_r est proche de V_{\max} et plus le contenu visuel des images recherchées doit être proche du celui de la région d'intérêt associée.
- 10 Inversement, plus V_r est proche de V_{\min} et moins le contenu visuel des images recherchées doit être proche du celui de la région d'intérêt associée.

De manière pratique, dans le mode préféré de réalisation de l'invention, la borne inférieure V_{\min} est égale à zéro et la borne supérieure V_{\max} est égale à un.

- 15 L'ensemble des données correspondant aux régions d'intérêts définies dans l'image d'exemple Q, c'est-à-dire l'ensemble des points 2D associés aux régions d'intérêt, noté $ROI(Q)$, et l'ensemble, noté $V(Q)$, des données V_r associées aux régions d'intérêt, sont alors mémorisés dans l'unité 20 de stockage de données d'images.

- 20 De retour à la figure 2, à l'étape E4, il est procédé au calcul de l'index de l'image d'exemple Q.

- Conformément à l'invention, cet index est constitué d'une donnée représentative d'au moins une caractéristique du contenu visuel de l'image d'exemple, dont le mode de calcul prend en compte la valeur des données V_r associées aux régions d'intérêt.
- 25

Le mode de calcul de l'index de l'image d'exemple sera détaillé plus loin en relation avec la figure 3.

- A l'étape E5 suivante, l'unité 40 de récupération d'index des images stockées va récupérer dans la base de données les index associés aux images parmi au moins un sous-ensemble des images stockées. Comme
- 30 expliqué précédemment, chaque index comprend une donnée de contenu.



Les index extraits de la base de données sont alors sauvegardés dans l'unité 20 de stockage de données d'images.

En conformité avec le mode de réalisation choisi et représenté, l'index d'une image quelconque de la base de donnée est constitué d'un
5 histogramme de couleurs portant sur le contenu global de l'image. Cet histogramme est noté : $H_M(D)$ où D désigne une image quelconque de la base de données, et M désigne le nombre total de couleurs disponibles (palette de couleurs), chaque histogramme $H_M(D)$ comportant ainsi M éléments.

Par ailleurs on notera que dans le mode préféré de réalisation de
10 l'invention, l'espace des couleurs utilisé est l'espace RGB, cependant, tout autre espace, par exemple l'espace HSV, peut être également utilisé.

Comme mentionné ci-dessus, il peut être suffisant d'extraire de la base de données les index associés à seulement une partie (sous-ensemble) des images stockées. En effet, cela peut être le cas lorsque la base de
15 données est organisée hiérarchiquement, de manière à grouper les images de la base de données en différentes classes. Chacune des classes est alors représentée par un index ayant une valeur sémantique différente. Ainsi, en définissant une mesure de similarité associée à chacun de ces index, on effectuera un nombre de calculs de similarité inférieur à celui que l'on aurait
20 obtenu si la base n'était pas organisée hiérarchiquement.

A l'étape E6, l'unité 60 de calcul de similarité récupère les index des images stockées et l'index de l'image d'exemple précédemment mémorisés dans l'unité 20, et effectue un calcul de similarité entre l'image
25 d'exemple et chacune des images stockées dont l'index a été extrait de la base de données.

En conformité avec la présente invention, le calcul de similarité (effectué à l'étape E6) entre l'image d'exemple et une image stockée considérée, prend en compte au travers de l'index de l'image d'exemple - le calcul duquel prenant en compte les régions d'intérêt (ROI_i) et les données
30 associées (V_i) - les choix de l'utilisateur quant à la stratégie à appliquer pour la recherche d'images dans la base de données.

Le procédé de calcul de similarité selon le mode préféré de réalisation de l'invention sera détaillé plus loin en relation avec la figure 4.

Un fois le calcul de similarité effectué à l'étape E6, il est procédé, à l'étape E7, à un tri et à une sélection des images stockées qui ont été comparées avec l'image d'exemple, selon leur degré de similarité avec l'image d'exemple.

Par exemple, seules les images stockées dont le degré de similarité calculé est supérieur à un seuil prédéfini sont conservées. Parmi ces dernières seul un nombre prédéfini d'images (par exemple dix) sont sélectionnées, celles ayant le degré de similarité le plus élevé. Les images sélectionnées sont alors affichées à l'écran (étape E8) dans un ordre de similarité (croissante ou décroissante). L'utilisateur fait alors son choix.

En variante, toutes les images qui ont été comparées avec l'image d'exemple sont affichées à l'écran dans un ordre de similarité.

Dans une autre variante, seule l'image de la base de données qui présente la plus grande similarité avec l'image d'exemple est affichée.

Les étapes E7 (tri/sélection) et E8 (affichage) sont mises en œuvre par l'unité 70 de sélection d'images, du dispositif 1 de recherche d'images représenté à la figure 1.

L'unité de commande 80 du dispositif 1 commande le séquençement des étapes du procédé de recherche d'images et gère l'interopérabilité entre les différentes unités constituant ledit dispositif.

En référence maintenant à la **figure 3**, on va décrire le procédé d'indexation de l'image d'exemple utilisé à l'étape E4 de la figure 2 précédemment décrite.

La figure 3 représente un organigramme découpé en trois parties respectivement représentées par les figures 3a, 3b, et 3c.

En commençant par la **figure 3a**, le procédé d'indexation de l'image d'exemple, débute à l'étape E401, dans laquelle on récupère les données associées aux régions d'intérêt définies dans l'image d'exemple, et mémorisées dans l'unité de stockage 20.



L'image d'exemple étant désignée par la lettre « Q », ces données sont désignées par $ROI(Q)$ contenant les données indicative de la forme et la localisation de ces régions d'intérêt dans l'image Q, et par $V(Q)$ contenant les données scalaires associées aux régions d'intérêt.

5 Comme on peut le voir, l'image Q comporte un nombre entier R de régions d'intérêt ROI_1 à ROI_R , et le même nombre R de données scalaires associées V_1 à V_R .

A l'étape suivante, E403, on initialise un compteur r à un, puis à l'étape E405, on sélectionne une donnée V_r (en commençant par V_1 puisque le
10 compteur r a été initialisé à 1).

A l'étape suivante, on détermine si la donnée V_r est égale ou non à la borne inférieure prédéfinie V_{min} qui est choisie ici égale à zéro (0). Par ailleurs la borne supérieure prédéfinie V_{max} est choisie égale à un (1).

Dans l'affirmative, un identificateur de la région d'intérêt ROI_r ,
15 associée à la donnée V_r courante est rangé (étape E409) dans un registre S0 représentant l'ensemble des régions d'intérêt dont la valeur associée est égale à V_{min} .

Dans la négative, on passe à l'étape suivante E411 dans laquelle il est déterminé si la donnée V_r est égale ou non à la borne supérieure
20 prédéfinie V_{max} . Dans l'affirmative, on range (étape E413) l'identificateur de la région d'intérêt associée à la donnée V_r courante dans un registre S1 représentant l'ensemble des régions d'intérêt dont la valeur associée est égale à V_{max} .

Dans la négative, on range, à l'étape E415, l'identificateur de la
25 région d'intérêt associée à la donnée V_r courante dans un registre Sv représentant l'ensemble des régions d'intérêt dont la valeur associée est comprise strictement entre V_{min} et V_{max} .

L'étape E417 qui suit est une étape de décision dans laquelle on
incrmente d'abord le compteur r et on détermine ensuite si la valeur de r est
30 strictement supérieure ou non au nombre R de régions d'intérêt définies dans l'image Q.

Dans la négative, cela signifie que toutes les valeurs V_r n'ont pas encore été prises en compte. Dans ce cas, on retourne à l'étape E405 pour sélectionner une donnée V_r correspondant à la nouvelle valeur de compteur r , et on recommence les étapes E407 à E417 comme expliqué précédemment.

5 De retour à l'étape E417, si la valeur du compteur r est testée strictement supérieure au nombre R de régions d'intérêt, cela signifie que la dernière donnée V_r sélectionnée était V_R . On passe alors à l'étape E419.

A l'issue des étapes que l'on vient de décrire, on a donc obtenu trois registres $S0$, $S1$, Sv que l'on peut définir comme des ensembles dont les
10 éléments sont des régions d'intérêts de l'image d'exemple, dont la donnée V_r fournie par l'utilisateur est respectivement égale à V_{\min} (ensemble $S0$), égale à V_{\max} (ensemble $S1$), comprise strictement entre V_{\min} et V_{\max} (ensemble Sv).

Les étapes E419 à E443 qui suivent, vont permettre de déterminer à partir du contenu respectif des registres $S1$, $S2$, Sv dans quel cas
15 (i.e., condition) on se trouve parmi une pluralité de cas prédéfinis.

En conformité avec l'invention, la méthode d'indexation de l'image d'exemple et donc le calcul de similarité entre une image stockée et l'image d'exemple varie suivant le cas prédéfini dans lequel on se trouve.

De retour à la figure 3a, l'étape E419 est une étape de décision
20 dans laquelle on détermine si les registres $S1$ et Sv sont tous les deux vides.

Dans l'affirmative, une variable « CAS » est mise à un, indiquant ainsi que le cas dans lequel on se trouve est le cas prédéfini numéro 1 (désigné dans la suite de l'exposé par « CAS 1 ». Ce cas correspond à la situation dans laquelle toutes les données V_r sont égales à V_{\min} .

25 Dans la négative, l'étape suivante (E423), selon le même principe qu'à l'étape précédente, on teste si l'on est dans le cas prédéfini numéro deux (désigné dans la suite de l'exposé par « CAS 2 »), dans lequel toutes les données V_r sont égales à V_{\max} . Dans l'affirmative, la variable CAS est mise à la valeur deux (étape E425).

30 Dans la négative on teste successivement si l'on est :

- dans le cas numéro trois (E427) (désigné dans la suite de l'exposé par « CAS 3 ») dans lequel toutes les données V_r sont comprises strictement entre zéro et un (si S_0 et S_1 sont tous les deux vides) ; sinon,
- dans le cas numéro quatre (E431) (désigné dans la suite de l'exposé par « CAS 4 ») dans lequel l'ensemble $V(Q)$ des données V_r comprend uniquement des données qui sont égales à V_{\min} , et d'autres qui sont égales à V_{\max} . On teste cette condition en vérifiant que la somme des éléments contenus dans S_0 et S_1 ($\text{cardinal}(S_0) + \text{cardinal}(S_1)$) est égale au nombre total R de données V_r ($\text{cardinal de } V(Q)$) ; sinon,
- dans le cas numéro cinq (E435) (désigné dans la suite de l'exposé par « CAS 5 »), dans lequel l'ensemble $V(Q)$ des données V_r comprend uniquement des données qui sont égales à zéro, et d'autres qui sont comprises strictement entre zéro et un ($\text{card}(S_0) + \text{card}(S_v) = R$) ; sinon,
- dans le cas numéro six (E439) (désigné dans la suite de l'exposé par « CAS 6 »), dans lequel l'ensemble $V(Q)$ des données V_r comprend uniquement des données qui sont égales à V_{\max} , et d'autres qui sont comprises strictement entre V_{\min} et V_{\max} ($\text{card}(S_1) + \text{card}(S_v) = R$) ; sinon, a défaut,
- on se trouve dans le cas numéro sept (E443) (désigné dans la suite de l'exposé par « CAS 7 »), dans lequel l'ensemble $V(Q)$ des données V_r comprend des données qui sont égales à V_{\min} , d'autres qui sont égales à V_{\max} , d'autres enfin qui sont comprises strictement entre V_{\min} et V_{\max} .

Finalement, lorsque l'on est arrivé au point A de la figure 3a, le cas applicable a été déterminé, et la variable CAS a été mise à la valeur correspondante (étape E421 ou E425 ou E429 ou E433 ou E437 ou E441 ou E443).

Le processus d'indexation de l'image d'exemple continue alors au point A de la **figure 3b**, par l'étape E445 dans laquelle le compteur r est réinitialisé à un.

A l'étape suivante E447, on sélectionne une région d'intérêt ROI_r , en commençant par la première (ROI_1). On notera que l'expression « sélectionner » une région d'intérêt signifie ici, considérer dans le plan image

de l'image d'exemple, la localisation en termes de coordonnées 2D de la région considérée.

A l'étape E449 qui suit, l'histogramme de couleurs $H_M(ROI_r)$ associé à la région d'intérêt sélectionnée est calculé et mémorisé.

5 On notera à nouveau que M désigne le nombre total de couleurs disponibles (palette de couleurs), chaque histogramme $H_M(ROI_r)$ comporte ainsi M éléments.

L'étape E451 qui suit est une étape de décision dans laquelle on incrémente d'abord le compteur r et on détermine ensuite si la valeur de r est
10 strictement supérieure ou non au nombre R de régions d'intérêt définies dans l'image Q .

Dans la négative, cela signifie que toutes les régions d'intérêt n'ont pas encore été sélectionnées. Dans ce cas, on retourne à l'étape E447 pour sélectionner une autre région d'intérêt correspondant à la nouvelle valeur
15 de compteur r , et on recommence les étapes E449 et E451 comme expliqué précédemment.

Si les histogrammes de couleurs correspondant à toutes les régions d'intérêt ont été calculés et sauvegardés, dans ce cas le test de l'étape E449 est positif, et l'on passe à l'étape E453 dans laquelle tous les
20 histogrammes sont regroupés dans un vecteur $G_R(Q)$ comprenant R composantes, chacune desquelles étant l'histogramme de couleurs précédemment calculé et correspondant à une des R régions d'intérêt définies dans l'image d'exemple (Q).

A l'étape suivante, E455, on détermine si l'on se trouve dans un
25 des CAS 1, 2 ou 4. Pour cela on teste la variable CAS.

Si la valeur de cette variable est 1, 2 ou 4 alors on passe à l'étape E457 dans laquelle on définit l'index de l'image d'exemple comme étant le vecteur $G_R(Q)$ calculé à l'étape E453 précédente, et le processus d'indexation de l'image d'exemple est terminé.

30 Inversement, si le test de l'étape E455 est négatif, on passe à l'étape E459 dans laquelle on calcule l'histogramme de couleurs global $H_M(Q)$

de l'image d'exemple, cet histogramme comprenant un élément pour chacune des M couleurs C_m de la palette. On arrive alors au point B de la figure 3b.

Le processus d'indexation continue au point B de la **figure 3c**, à partir duquel on passe à l'étape E461 qui est une étape d'initialisation. A cette
5 étape, le compteur r est réinitialisé un.

Par ailleurs, des variables w_{ij} avec i, j représentant des entiers quelconques compris entre 1 et M (nombre de couleurs disponibles) sont initialisées à 0 si i est différent de j , ou à 1 si i est égal à j .

Comme ces variables w_{ij} sont destinées à représenter les
10 éléments d'une matrice W à M lignes et M colonnes, dont chaque élément de la diagonale est associé à une des couleurs de la palette, les éléments de la diagonale de cette matrice sont initialisés à un, les autres éléments étant initialisés à zéro. Le rôle de la matrice W sera expliqué dans la suite de l'exposé.

Après cette étape d'initialisation, on passe à l'étape E463 dans laquelle on sélectionne un histogramme de couleurs d'une région d'intérêt précédemment calculé et sauvegardé (étape E449), en commençant par celui correspondant à la région d'intérêt référencée par ROI_1 .

A l'étape suivante E465, on identifie les couleurs dominantes C_d
20 de l'histogramme sélectionné, en utilisant une méthode classique basée sur la comparaison par rapport à un seuil prédéterminé de l'intensité associée à une couleur donnée.

A l'étape E467 qui suit, pour chaque couleur dominante C_d de la région d'intérêt ROI_r courante, extraite à l'étape précédente, on additionne à
25 l'élément w_{dd} de la diagonale de la matrice W correspondant à cette couleur dominante, la valeur de la donnée V_r associée à la région d'intérêt courante ROI_r ($w_{dd} = w_{dd} + V_r$).

A l'étape E469 suivante, on détermine si tous les histogrammes correspondant aux régions d'intérêt de l'image d'exemple ont été pris en
30 compte. Si ce n'est pas le cas, on sélectionne un autre histogramme de couleurs (E463) et on recommence les étapes E465 à E469.

Lorsque les étapes E463 à E467 ont été passées pour tous les histogrammes, chaque élément de la diagonale de la matrice W a été augmenté des valeurs des données V_r associées aux régions d'intérêt pour lesquelles la couleur associée audit élément est dominante.

5 Par exemple, si la couleur C_{12} est dominante uniquement dans la région d'intérêt ROI_1 et dans la région d'intérêt ROI_3 , à la fin du processus la valeur de l'élément w_{1212} de la matrice sera égale à sa valeur initiale (un) augmentée des valeurs des données V_1 et V_3 associées respectivement aux régions d'intérêt ROI_1 et ROI_3 .

10 De retour à la figure 3c, à l'étape E471, chaque élément de la diagonale de la matrice est normalisé à 1, en divisant chacun de ces éléments par la somme des éléments de la diagonale.

A l'étape E473 qui suit, on calcule un histogramme de couleurs global $X(Q)$ de l'image d'exemple (Q) dont chaque élément de couleur est
15 pondéré par l'élément normalisé correspondant à cette couleur de la matrice W . Cela est effectué par le calcul du produit de la matrice W par l'histogramme de couleur $H_M(Q)$ de l'image d'exemple, calculé précédemment à l'étape E459.

L'étape suivante E475 est une étape de décision dans laquelle on détermine si l'on se trouve dans le CAS 3. Pour cela on teste la variable
20 CAS.

Si le cas dans lequel on se trouve est bien le CAS 3, on passe à l'étape E477 dans laquelle on définit l'index de l'image d'exemple comme étant l'histogramme de couleurs pondéré $X(Q)$ calculé à l'étape E473 précédente.

Inversement, si l'on n'est pas dans le CAS 3, cela signifie, puisque
25 l'on n'est pas non plus dans les cas 1, 2 ou 4 (étape E455), que l'on est dans le CAS 5, 6, ou 7.

Dans cette condition, à l'étape finale E479, on définit l'index de l'image d'exemple comme étant composé de deux éléments, d'une part l'histogramme global pondéré de l'image, $X(Q)$, d'autre part le vecteur $G_R(Q)$
30 précédemment calculé (E453).

5

- 10

15

20

25

La **figure 4** composée des figures 4a, 4b, 4c, représente un organigramme illustrant le procédé de calcul de la similarité entre une image d'exemple et une image de la base de données en accord avec le mode de réalisation de l'invention choisi et représenté.

On rappellera ici qu'en conformité avec le mode de réalisation choisi et représenté, l'index d'une image quelconque D de la base de données est constitué de l'histogramme de couleurs portant sur le contenu global de l'image. Cet index est noté $H_M(D)$, M désignant comme précédemment le nombre de couleurs disponibles.

Dans la figure 4a pour commencer, le procédé de calcul de similarité entre l'image d'exemple Q et les images D stockées dans la base de données, débute par l'étape E601 dans laquelle l'index de l'image d'exemple calculé précédemment est récupéré de l'unité de stockage 20.

Les étapes E603, E609 et E615 de la figure 4a, puis les étapes E621, E631 de la figure 4b, et finalement l'étape E641 de la figure 4c, sont des étapes de décision dans lesquelles on détermine successivement si l'on est respectivement dans les cas prédéfinis 1, 2, 3, 4, 5 ou 6.

Si à l'une de ces étapes sauf l'étape E641, on détermine que l'on n'est pas dans le cas prédéfini correspondant, on passe à l'étape de décision qui suit pour tester si l'on est dans le cas prédéfini suivant.

Lorsqu'à l'étape E641, on détermine que l'on n'est pas dans le CAS 6, alors on considère que l'on est dans le CAS 7 puisque tous les cas précédents le CAS 6 ont été testés négativement auparavant. Dans cette hypothèse, on accomplit les étapes E551 à E661 pour appliquer le traitement approprié au CAS 7, et le processus de calcul de similarité se termine là.

De retour a la figure 4a, si à l'étape E603 on détermine que l'on est dans le CAS 1, alors on accomplit successivement les étapes E605 et E607 pour appliquer le traitement approprié.

A cet effet, à l'étape E605 on calcule pour chaque image stockée D une mesure de similarité désignée par SIM_1 , et obtenue par la formule suivante :

$$SIM_1(D) = Max [H_M(D) \cap H_M(ROI_r^{S_0})] \quad (1)$$

dans laquelle :

$H_M(D)$ désigne l'histogramme de couleurs associé à l'image stockée considérée (index) ;

$ROI_r^{S_0}$ désigne une région d'intérêt quelconque de l'image d'exemple appartenant à l'ensemble S_0 précédemment défini, c'est-à-dire une région d'intérêt pour laquelle la valeur V_r associée est égale à V_{\min} ;

5 $H_M(ROI_r^{S_0})$ désigne l'histogramme de couleurs associé à cette région d'intérêt (obtenu précédemment à l'étape E449 de l'indexation de l'image d'exemple) ;

l'opérateur \cap désigne l'opération d'intersection entre histogrammes ; et

10 La fonction *Max* prend la plus grande valeur obtenue par ces intersections.

L'opération d'intersection entre histogrammes est connue de l'état de la technique. On pourra, pour obtenir plus de détails sur l'intersection entre histogrammes, se reporter par exemple à l'article de M. J. Swain et D. H. Ballard, intitulé « Color Indexing », International Journal of Computer Vision, 15 7:1, 1991.

De retour à la figure 4a, après le calcul de similarité SIM_1 pour chaque image D de la base de donnée (DB) à l'étape E605, on passe à l'étape E607 dans laquelle il est procédé à un tri des images de la base de données selon l'ordre croissant (« TRI + ») des valeurs de similarité obtenues.

20 Finalement, parmi ces images ordonnées, on en sélectionnera un nombre prédéfini, par exemple dix, parmi celles dont la valeur de similarité obtenue est la plus faible. Le processus de calcul de similarité est alors terminé.

25 Les images finalement sélectionnées constitue le résultat de la recherche et elles seront présentées (affichage) à l'utilisateur, pour que celui-ci puisse faire son choix.

On rappellera ici que le CAS 1 que l'on vient d'examiner correspond à la situation dans laquelle toutes les données V_r sont égales à V_{\min} , ce qui signifie que l'utilisateur recherche des images dont le contenu n'est pas 30 similaire à celui des régions d'intérêt définies dans l'image d'exemple.



Ainsi, dans cette hypothèse, le procédé de recherche conforme à la présente invention permet de sélectionner dans la base de données des images dont le contenu est le moins similaire avec celui des régions d'intérêt définies dans l'image d'exemple.

- 5 A l'étape E609 de la figure 4a, si l'on détermine que l'on est dans le CAS 2, alors on accomplit successivement les étapes E611 et E613 pour appliquer le traitement approprié.

A cet effet, à l'étape E611 on calcule pour chaque image stockée D une mesure de similarité désignée par SIM_2 , et obtenue par la formule
10 suivante :

$$SIM_2(D) = Max [H_M(D) \cap H_M(ROI_r^{S1})] \quad (2)$$

dans laquelle :

$H_M(D)$ désigne l'histogramme de couleurs (index) associé à l'image stockée considérée;

- 15 ROI_r^{S1} désigne une région d'intérêt quelconque de l'image d'exemple appartenant à l'ensemble S1 précédemment défini, c'est-à-dire une région d'intérêt pour laquelle la valeur V_r associée est V_{max} ;

$H_M(ROI_r^{S1})$ désigne l'histogramme de couleurs associé à cette région d'intérêt (obtenu précédemment à l'étape E449 de l'indexation de
20 l'image d'exemple) ;

l'opérateur \cap et la fonction *Max* ont la même signification que précédemment (SIM_1).

- De retour à la figure 4a, après le calcul de similarité SIM_2 pour chaque image D de la base de donnée (DB) à l'étape E611, on passe à l'étape
25 E613 dans laquelle il est procédé à un tri des images de la base de données selon l'ordre décroissant (« TRI - ») des valeurs de similarité obtenues.

Finalement, parmi ces images ordonnées, on en sélectionnera un nombre prédéfini, par exemple dix, parmi celles dont la valeur de similarité obtenue est la plus grande. Le processus de calcul de similarité est alors
30 terminé.



Les images finalement sélectionnées constitue le résultat de la recherche et elles seront présentées (affichage) à l'utilisateur, pour que celui-ci puisse faire son choix.

On rappellera ici que le CAS 2 que l'on vient d'examiner
5 correspond à la situation dans laquelle toutes les données V_r sont égales à V_{\max} , ce qui signifie que l'utilisateur recherche des images dont le contenu est le plus similaire à celui des régions d'intérêt de l'image d'exemple.

Ainsi, dans cette hypothèse le procédé de recherche conforme à la présente invention permet de sélectionner dans la base de données des
10 images dont le contenu est le plus similaire avec celui des régions d'intérêt définies dans l'image d'exemple.

De même, à l'étape E615 de la figure 4a, si l'on détermine que l'on est dans le CAS 3, alors on accomplit successivement les étapes E617 et E619 pour appliquer le traitement approprié.

15 A cet effet, à l'étape E617 on calcule pour chaque image D stockée dans la base de données (DB) une mesure de similarité désignée par SIM_3 , et obtenue par la formule suivante :

$$SIM_3(D) = H_M(D) \cap X(Q) \quad (3)$$

dans laquelle :

20 $H_M(D)$ désigne l'histogramme de couleurs (index) associé à l'image stockée considérée ;

$X(Q)$ est l'histogramme de couleurs pondéré associé à l'image d'exemple et calculé à l'étape E473 de la figure 3c, lors du processus d'indexation de l'image d'exemple : $X(Q) = W \cdot H_M(Q)$.

25 De retour à la figure 4a, après le calcul de similarité SIM_3 pour chaque image D de la base de donnée (DB) à l'étape E617, on passe à l'étape E619 dans laquelle il est procédé à un tri des images de la base de données selon l'ordre décroissant (« TRI - ») des valeurs de similarité obtenues.

Finalement, parmi ces images ordonnées, on en sélectionnera un
30 nombre prédéfini, par exemple dix, parmi celles dont la valeur de similarité

obtenue est la plus grande. Le processus de calcul de similarité est alors terminé.

Les images finalement sélectionnées constitue le résultat de la recherche et elles seront présentées (affichage) à l'utilisateur, pour que celui-ci puisse faire son choix.

On rappellera ici que le CAS 3 que l'on vient d'examiner correspond à la situation dans laquelle toutes les données V_r sont strictement comprises entre V_{\min} et V_{\max} , ce qui signifie que l'utilisateur recherche des images dont le contenu est plus ou moins similaire à celui des régions d'intérêt de l'image d'exemple, selon que la valeur de V_r se rapproche de V_{\max} ou de V_{\min} , tout en prenant en considération le contenu global de l'image d'exemple.

Ainsi, dans cette hypothèse, le procédé de recherche conforme à la présente invention permet de sélectionner dans la base de données des images dont le contenu satisfait le plus précisément les critères de recherche définis pour le CAS 3, au travers de l'utilisation de l'histogramme pondéré $X(Q)$ de l'image d'exemple.

A l'étape E621 de la **figure 4b** maintenant, si l'on détermine que l'on est dans le CAS 4, alors on accomplit successivement les étapes E623 à E629 pour appliquer le traitement approprié.

On rappellera ici que le CAS 4 correspond à la situation dans laquelle il existe des données V_r associées aux régions d'intérêt (ROIs) de l'image d'exemple, qui sont égales à V_{\max} , et d'autres qui sont égales à V_{\min} (mais aucune comprise strictement entre V_{\min} et V_{\max}).

A l'étape E623 on calcule d'abord pour chaque image D stockée dans la base de données (DB) une mesure de similarité selon le mode de calcul de SIM_2 (formule 2).

Ensuite, à l'étape E625, on procède à un tri des images de la base donnée (DB) selon l'ordre décroissant (« TRI - ») des valeurs de similarité SIM_2 obtenues.



Puis, parmi l'ensemble DB des images ainsi ordonnées de la base de données, on en sélectionnera un sous-ensemble noté DB1, par exemple trente, parmi celles dont la valeur de similarité obtenue est la plus grande.

- 5 DB1 d'images de la base de données dont le contenu est le plus similaire aux ROIs de l'image d'exemple appartenant à l'ensemble V1 (ROIs dont la donnée V_r associée est V_{\max}).

- 10 A l'étape E627 qui suit, on calcule pour chaque image du sous-ensemble d'images DB1 sélectionné à l'étape précédente, une mesure de similarité selon le mode de calcul de SIM_1 (formule 1).

Ensuite, à l'étape E629, on procède à un tri des images du sous-ensemble DB1 de la base donnée selon l'ordre croissant (« TRI + ») des valeurs de similarité SIM_1 obtenues.

- 15 Finalement, parmi ce sous-ensemble DB1 des images ainsi ordonnées ainsi, on en sélectionne un nombre prédéfini, par exemple dix, parmi celles dont la mesure de similarité SIM_1 est la plus faible. Le processus de calcul de similarité est alors terminé.

- 20 Ainsi, dans le CAS 4 que l'on vient d'exposer, le résultat de la recherche est constitué d'un certain nombre d'images dont le contenu est à la fois le plus similaire aux ROIs de l'image d'exemple appartenant à l'ensemble V1, et le moins similaire aux ROIs appartenant à V0 (ROIs dont la donnée V_r associée est V_{\min}).

- 25 Ces images finalement sélectionnées seront présentées (affichage) à l'utilisateur ordonnées selon leur degré de similarité finale, pour que celui-ci puisse faire son choix.

De manière similaire, à l'étape E631 de la figure 4b, si l'on détermine que l'on se trouve dans le CAS 5, alors on accomplit successivement les étapes E633 à E639 pour appliquer le traitement approprié.

- 30 On rappellera ici que le CAS 5 correspond à la situation dans laquelle l'ensemble des données V_r comprend uniquement des données qui sont égales à V_{\min} , et d'autres qui sont comprises strictement entre V_{\min} et V_{\max} .

A l'étape E633 on calcule d'abord pour chaque image D stockée dans la base de données (DB) une mesure de similarité selon le mode de calcul de SIM_1 (formule 1).

5 Ensuite, à l'étape E635, on procède à un tri des images de la base donnée (DB) selon l'ordre croissant (« TRI + ») des valeurs de similarité SIM_1 obtenues.

Puis, parmi l'ensemble DB des images ainsi ordonnées de la base de données, on en sélectionnera un sous-ensemble noté DB1, par exemple trente, parmi celles dont la valeur de similarité obtenue est la plus faible.

10 A ce premier stade, on a donc sélectionné, un sous-ensemble DB1 d'images de la base de données dont le contenu est le moins similaire aux ROIs de l'image d'exemple appartenant à l'ensemble V0 (ROIs dont la donnée V_r associée est V_{\min}).

15 A l'étape E637 qui suit, on calcule pour chaque image du sous-ensemble d'images DB1 sélectionné à l'étape précédente, une mesure de similarité selon le mode de calcul de SIM_3 (formule 3).

Ensuite, à l'étape E639, on procède à un tri des images du sous-ensemble DB1 de la base donnée selon l'ordre décroissant (« TRI - ») des valeurs de similarité SIM_3 obtenues.

20 Finalement, parmi ce sous-ensemble DB1 des images ordonnées ainsi, on en sélectionne un nombre prédéfini, par exemple dix, parmi celles dont la mesure de similarité SIM_3 est la plus grande. Le processus de calcul de similarité est alors terminé.

25 Ainsi, encore dans le CAS 5 que l'on vient d'exposer, le résultat de la recherche est constitué d'un certain nombre d'images dont le contenu est conforme aux critères de recherche définis par l'utilisateur au travers des valeurs V_r associées aux régions d'intérêt de l'image d'exemple.

30 Ces images finalement sélectionnées seront présentées (affichage) à l'utilisateur ordonnées selon leur degré de similarité finale, pour que celui-ci puisse faire son choix.



A l'étape E641 de la **figure 4c** maintenant, en partant du point A issu de la figure 4b, si l'on détermine que l'on est dans le CAS 6, alors on accomplit successivement les étapes E643 à E649 pour appliquer le traitement approprié.

- 5 On rappellera ici que le CAS 6 correspond à la situation dans laquelle l'ensemble des données V_r comprend uniquement des données qui sont égales à V_{\max} , et d'autres qui sont comprises strictement entre V_{\min} et V_{\max} . Le CAS 6 est par conséquent très similaire au CAS 5.

- 10 A l'étape E643 on calcule d'abord pour chaque image D stockée dans la base de données (DB) une mesure de similarité selon le mode de calcul de SIM_2 (formule 2).

Ensuite, à l'étape E645, on procède à un tri des images de la base donnée (DB) selon l'ordre décroissant (« TRI - ») des valeurs de similarité SIM_2 obtenues.

- 15 Puis, parmi l'ensemble DB des images ainsi ordonnées de la base de données, on en sélectionnera un sous-ensemble noté DB1, par exemple trente, parmi celles dont la valeur de similarité obtenue est la plus grande.

- 20 A ce premier stade, on a donc sélectionné, un sous-ensemble DB1 d'images de la base de données dont le contenu est le plus similaire aux ROIs de l'image d'exemple appartenant à l'ensemble V1 (ROIs dont la donnée V_r associée est V_{\max}).

A l'étape E647 qui suit, on calcule pour chaque image du sous-ensemble d'images DB1 sélectionné à l'étape précédente, une mesure de similarité selon le mode de calcul de SIM_3 (formule 3).

- 25 Ensuite, à l'étape E649, on procède à un tri des images du sous-ensemble DB1 de la base donnée selon l'ordre décroissant (« TRI - ») des valeurs de similarité SIM_3 obtenues.

- 30 Finalement, parmi ce sous-ensemble DB1 des images ordonnées ainsi, on en sélectionne un nombre prédéfini, par exemple dix, parmi celles dont la mesure de similarité SIM_3 est la plus grande. Le processus de calcul de similarité est alors terminé.



Ainsi, encore dans le CAS 6 que l'on vient d'exposer, le résultat de la recherche est constitué d'un certain nombre d'images dont le contenu est conforme aux critères de recherche définis par l'utilisateur au travers des valeurs V_r associées aux régions d'intérêt de l'image d'exemple.

- 5 Cès images finalement sélectionnées seront présentées (affichage) à l'utilisateur ordonnées selon leur degré de similarité finale, pour que celui-ci puisse faire son choix .

De retour à la figure 4c, si aucun des cas précédents (CAS 1 à 6) n'a été validé, cela signifie que l'on se trouve dans le CAS 7, dans lequel
10 l'ensemble $(V(Q))$ des données V_r comprend des données qui sont égales à zéro, d'autres qui sont égales à un, d'autres enfin qui sont comprises strictement entre zéro et un.

On accomplit alors successivement les étapes E651 à E661 pour appliquer le traitement approprié.

- 15 A l'étape E651 on calcule d'abord pour chaque image D stockée dans la base de données (DB) une mesure de similarité selon le mode de calcul de SIM_2 (formule 2).

Ensuite, à l'étape E653, on procède à un tri des images de la base donnée (DB) selon l'ordre décroissant (« TRI - ») des valeurs de similarité
20 SIM_2 obtenues.

Puis, parmi l'ensemble DB des images ainsi ordonnées de la base de données, on en sélectionnera un sous-ensemble noté DB1, par exemple trente, parmi celles dont la valeur de similarité obtenue est la plus grande.

- A ce premier stade, on a donc sélectionné, un sous-ensemble
25 DB1 d'images de la base de données dont le contenu est le plus similaire aux ROIs de l'image d'exemple appartenant à l'ensemble $V1$ (ROIs dont la donnée V_r associée est V_{max}).

A l'étape E655 qui suit, on calcule pour chaque image du sous-ensemble d'images DB1 sélectionné à l'étape précédente, une mesure de
30 similarité selon le mode de calcul de SIM_1 (formule 1).



Ensuite, à l'étape E657, on procède à un tri des images du sous-ensemble DB1 de la base donnée selon l'ordre croissant (« TRI + ») des valeurs de similarité SIM_1 obtenues.

5 Puis, parmi l'ensemble DB1 des images ainsi ordonnées de la base de données, on en sélectionnera un sous-ensemble noté DB2, par exemple dix, parmi celles dont la valeur de similarité obtenue est la plus faible.

A ce deuxième stade, on a donc sélectionné, un sous-ensemble DB2 d'images de la base de données dont le contenu est à la fois le plus similaire aux ROIs de l'image d'exemple appartenant à l'ensemble V1 (ROIs
10 dont la donnée V_r associée est V_{max}) et le moins similaire aux ROIs de l'image d'exemple appartenant à l'ensemble V0 (ROIs dont la donnée V_r associée est V_{min}).

A l'étape E659 qui suit, on calcule pour chaque image du sous-ensemble d'images DB2 de la base de donnée sélectionné à l'étape
15 précédente, une mesure de similarité selon le mode de calcul de SIM_3 (formule 3).

Ensuite, à l'étape E661, on procède à un tri des images du sous-ensemble DB2 de la base donnée selon l'ordre décroissant (« TRI - ») des valeurs de similarité SIM_3 obtenues.

20 Finalement, parmi ce sous-ensemble DB2 des images ordonnées ainsi, on en sélectionne un nombre prédéfini, par exemple cinq, parmi celles dont la mesure de similarité SIM_3 est la plus grande. Le processus de calcul de similarité est alors terminé.

Ainsi, encore dans le CAS 7 que l'on vient d'exposer, le résultat
25 de la recherche est constitué d'un certain nombre d'images dont le contenu est conforme aux critères de recherche définis par l'utilisateur au travers des valeurs V_r associées aux régions d'intérêt de l'image d'exemple.

Ces images finalement sélectionnées seront présentées (affichage) à l'utilisateur ordonnées selon degré de similarité finale, pour que
30 celui-ci puisse faire son choix.

En référence maintenant à la **figure 5**, on va décrire un ordinateur adapté à mettre en œuvre le procédé de recherche d'images conforme à la présente invention et décrit précédemment en relation avec les figures 2 à 4. Il est à noter que l'ordinateur illustré à la figure 5 est un mode de réalisation particulier et préféré du dispositif général décrit précédemment en relation avec la figure 1.

Dans ce mode de réalisation, le procédé de recherche d'images selon l'invention est mis en œuvre sous la forme d'un programme d'ordinateur. Ce programme d'ordinateur comporte une ou plusieurs séquences d'instructions dont l'exécution par ledit ordinateur permet la mise en œuvre des étapes du procédé de recherche d'images selon l'invention.

Dans la figure 6, l'ordinateur 3 qui peut être typiquement un micro-ordinateur ou une station de travail, est connecté à différents périphériques, par exemple une caméra numérique 310 ou tout autre dispositif d'acquisition ou de stockage d'images, tel qu'un scanner, fournissant des informations (images, vidéo) à indexer à l'ordinateur 3. Ces images peuvent être stockées dans les moyens de stockage dont dispose l'ordinateur tels qu'un disque dur 304.

L'ordinateur 3 comporte également une interface de communication 308 relié à un réseau de communication 309, par exemple le réseau Internet, apte à transmettre à l'ordinateur des informations numériques à indexer.

L'ordinateur 3 comporte également des moyens de stockage de données tels qu'un disque dur 304, un lecteur de disquettes 305 permettant d'écrire des données sur une disquette 306 et de lire ces données. L'ordinateur peut également comporter un lecteur de compact disques (CDROM) (non représenté) sur lesquels peuvent être stockées les images de la base de données, ainsi qu'un lecteur de cartes informatiques (PC-CARD) (non représenté).

Selon un mode préféré de réalisation de l'invention, le code exécutable du programme permettant de mettre en œuvre le procédé de recherche d'images selon l'invention, est mémorisé dans le disque dur 304.



Selon une variante de réalisation, le code exécutable du programme selon l'invention est stocké dans une mémoire morte 300 (ROM, « *read only memory* ») de l'ordinateur.

5 Selon une seconde variante de réalisation, le code exécutable du programme peut être téléchargé à partir du réseau de communication 309 via l'interface de communication 308 pour être mémorisé sur le disque dur 304.

L'ordinateur 3 comporte en outre un écran 302 permettant de visualiser les images à indexer ou indexées et servir d'interface graphique avec l'utilisateur pour lui permettre notamment de définir une image d'exemple et de
10 définir des régions d'intérêt, à l'aide d'un dispositif de pointage (non représenté) tel qu'une souris ou un crayon optique, et d'un clavier 303.

L'ordinateur comporte une unité centrale de traitement (CPU) 301 par exemple un microprocesseur, qui commande et dirige l'exécution des instructions du programme de l'invention stockées dans la mémoire morte 300
15 ou dans le disque dur 304. L'unité centrale de traitement 301 exerce la fonction de l'unité de commande 80 décrite précédemment en relation avec la figure 1.

L'ordinateur comporte également une mémoire vive 307 (RAM, en anglais « *random access memory* ») comportant des registres destinés à mémoriser les variables créées et modifiées pendant l'exécution du
20 programme, notamment les variables mentionnées précédemment en relation avec la description de la figure 5, comme on peut le voir dans la représentation agrandie de la RAM à la figure 6.

Finalement, l'ordinateur comporte un bus de communication 311 pour permettre la communication et l'interopérabilité entre les différentes unités
25 précitées composant l'ordinateur 3.

Bien entendu, de nombreuses modifications peuvent être apportées au modes de réalisation de l'invention décrits ci-dessus sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDECATIONS

- 5 1. Procédé de recherche d'images, à partir d'une image d'exemple (E1), parmi une pluralité d'images stockées dans une base de données, chacune des images stockées étant associée à une donnée d'un premier type, dite index de l'image stockée, représentative d'au moins une caractéristique du contenu visuel de l'image, ledit procédé étant caractérisé en
- 10 ce qu'il concerne les étapes suivantes :
- recevoir (E2) une donnée d'un deuxième type représentative de la localisation d'au moins une région d'intérêt dans l'image d'exemple ;
 - pour chaque région d'intérêt, ROI_r, recevoir (E3) une donnée d'un troisième type, V_r, indicative d'un type de prise en compte du contenu de
 - 15 ladite région d'intérêt pour la recherche d'images ;
 - calculer (E4) une donnée d'un quatrième type, dite index de l'image d'exemple, représentative d'au moins une caractéristique du contenu visuel de ladite image d'exemple, le mode de calcul de ladite donnée du quatrième type dépendant de ladite donnée du deuxième type et desdites
 - 20 données du troisième type ;
 - calculer (E6) une similarité entre l'image d'exemple et chacune des images parmi au moins un sous-ensemble des images stockées, ladite similarité étant calculée à partir de ladite donnée du premier type associée à l'image stockée et ladite donnée du quatrième type associée à l'image
 - 25 d'exemple ;
 - fournir (E7, E8) au moins une image, dite image résultat, de la base de données, ladite au moins une image résultat étant sélectionnée parmi lesdites images stockées de la base de données selon son degré de similarité avec ladite image d'exemple.



2. Procédé de recherche d'images selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite donnée du troisième type V_r , associée à une région d'intérêt ROI_r , est une donnée scalaire pouvant prendre toutes les valeurs comprises entre une valeur inférieure prédéfinie, V_{min} , et une valeur supérieure prédéfinie, V_{max} , et en ce que :

si ladite donnée du troisième type V_r est égale à ladite valeur inférieure prédéfinie V_{min} , le contenu des images recherchées ne doit pas être similaire au contenu de la région d'intérêt ROI_r correspondante,

si ladite donnée du troisième type V_r est égale à ladite valeur supérieure prédéfinie V_{max} , le contenu des images recherchées doit être similaire au contenu de la région d'intérêt ROI_r correspondante, et

si ladite donnée du troisième type V_r est comprise strictement entre ladite valeur prédéfinie inférieure V_{min} et ladite valeur prédéfinie supérieure V_{max} , le contenu des images recherchées doit être plus ou moins similaire à celui de la région d'intérêt ROI_r correspondante selon que la valeur de V_r se rapproche de V_{max} ou se rapproche de V_{min} , le contenu global de ladite image d'exemple devant également être pris en considération.

3. Procédé de recherche d'images selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite donnée du premier type, dite index de l'image stockée, associée à chacune desdites images stockées, est constituée d'un histogramme de couleurs portant sur le contenu global de l'image.

4. Procédé de recherche d'images selon la revendication 3, caractérisé en ce que si toutes lesdites données du troisième type sont égales à ladite valeur prédéfinie inférieure V_{min} , ou si toutes lesdites données du troisième type sont égales à ladite valeur prédéfinie supérieure V_{max} , ou bien si chacune desdites données du troisième type est soit égale à V_{min} soit égale à V_{max} , alors ladite étape de calcul (E4) d'une donnée d'un quatrième type, dite index de l'image d'exemple, comporte une étape de calcul (E447 à E457) d'un vecteur, ($G_R(Q)$), dont chaque composante est constituée de l'histogramme de couleurs représentatif du contenu visuel d'une desdites régions d'intérêt, ledit vecteur constituant l'index de ladite image d'exemple.



5. Procédé de recherche d'images selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que si toutes lesdites données du troisième type sont strictement comprises entre ladite valeur prédéfinie inférieure V_{\min} et ladite valeur prédéfinie supérieure V_{\max} , alors ladite étape de calcul (E4) d'une donnée d'un

5 quatrième type, dite index de l'image d'exemple, comporte les étapes suivantes :

- calculer (E461 à E471) une matrice (W) à M ligne et M colonnes, où M est un nombre entier désignant le nombre de couleurs disponibles, dont chaque élément de la diagonale correspond à une des M couleurs disponibles,

10 chacun des éléments de la diagonale ayant une valeur qui est calculée en fonction du caractère dominant de la couleur associée audit élément dans ladite au moins une région d'intérêt associée à ladite image d'exemple, et de ladite donnée du troisième type associée à ladite au moins une région d'intérêt ;

15 - calculer (E459) l'histogramme de couleurs ($H_M(Q)$) représentatif du contenu visuel global de ladite image d'exemple (Q) ;

- définir (E477) ledit index de l'image d'exemple (Q) comme étant le résultat ($X(Q)$) du produit de ladite matrice (W) par ledit histogramme de couleurs ($H_M(Q)$) représentatif du contenu visuel global de ladite image

20 d'exemple (Q).

6. Procédé de recherche d'images selon la revendication 5 lorsqu'elle est dépendante de la revendication 4, caractérisé en ce que lorsque lesdites données du troisième type ne sont pas toutes égales à ladite valeur prédéfinie inférieure V_{\min} , et ne sont pas non plus toutes égales à ladite valeur

25 prédéfinie supérieure V_{\max} , et ne sont pas non plus chacune soit égale à V_{\min} soit égale à V_{\max} , et ne sont pas non plus toutes strictement comprises entre V_{\min} et V_{\max} , ledit index de l'image d'exemple est constitué (E479) du résultat ($X(Q)$) du produit de ladite matrice (W) par ledit histogramme de couleurs ($H_M(Q)$) représentatif du contenu visuel global de ladite image d'exemple (Q), et dudit

30 vecteur, ($G_R(Q)$), dont chaque composante est constituée de l'histogramme de couleurs représentatif du contenu visuel d'une desdites régions d'intérêt.



7. Procédé de recherche d'images selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite étape de calcul (E6) d'une similarité entre l'image d'exemple et chacune des images parmi au moins un sous-ensemble des images stockées, comporte l'étape de calcul d'une similarité, notée SIM_1 ,
5 obtenue par la formule suivante :

$$SIM_1(D) = Max[H_M(D) \cap H_M(ROI_r^{S0})]$$

dans laquelle $H_M(D)$ désigne un histogramme de couleurs calculé pour l'image stockée considérée ; ROI_r^{S0} désigne une région d'intérêt quelconque de l'image d'exemple, pour laquelle la donnée du troisième type V_r ,
10 associée est égale à V_{min} ; $H_M(ROI_r^{S0})$ désigne un histogramme de couleurs calculé pour cette région d'intérêt ; l'opérateur \cap désigne l'opération d'intersection entre histogrammes ; et la fonction Max prend la plus grande valeur obtenue par ces intersections.

8. Procédé de recherche d'images selon la revendication 6 ou 7,
15 caractérisé en ce que ladite étape de calcul (E6) d'une similarité entre l'image d'exemple et chacune des images parmi au moins un sous-ensemble des images stockées, comporte l'étape de calcul d'une similarité, notée SIM_2 , obtenue par la formule suivante :

$$SIM_2(D) = Max[H_M(D) \cap H_M(ROI_r^{S1})]$$

dans laquelle $H_M(D)$ désigne un histogramme de couleurs calculé pour l'image stockée considérée ; ROI_r^{S1} désigne une région d'intérêt quelconque de l'image d'exemple, pour laquelle la donnée du troisième type V_r ,
20 associée est égale à V_{max} ; $H_M(ROI_r^{S1})$ désigne un histogramme de couleurs calculé pour cette région d'intérêt ; l'opérateur \cap désigne l'opération d'intersection entre histogrammes ; et la fonction Max prend la plus grande
25 valeur obtenue par ces intersections.

9. Procédé de recherche d'images selon l'une quelconque des revendications 6, 7 ou 8, caractérisé en ce que ladite étape de calcul (E6) d'une similarité entre l'image d'exemple et chacune des images parmi au moins



un sous-ensemble des images stockées, comporte l'étape de calcul d'une similarité, notée SIM_3 , obtenue par la formule suivante :

$$SIM_3(D) = H_M(D) \cap X(Q) \quad \text{avec} \quad X(Q) = W \cdot H_M(Q)$$

5 dans laquelle $H_M(D)$ désigne un histogramme de couleurs calculé pour l'image stockée considérée ; W désigne ladite matrice ; $H_M(Q)$ est un histogramme de couleurs représentatif du contenu visuel global de ladite image d'exemple (Q) ; et l'opérateur \cap désigne l'opération d'intersection entre histogrammes.

10 10. Procédé de recherche d'images selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite donnée du deuxième type représentative de la localisation d'au moins une région d'intérêt dans l'image d'exemple, est constituée d'un ensemble de points à deux dimensions indicatifs de la forme de ladite au moins une région d'intérêt et de sa localisation dans le plan image de ladite image d'exemple.

15 11. Dispositif de recherche d'images (figure 1), à partir d'une image d'exemple, parmi une pluralité d'images stockées dans une base de données, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre un procédé de recherche d'images selon l'une quelconque des revendications précédentes.

20 12. Ordinateur (figure 5), caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre un procédé de recherche d'images selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

13. Ordinateur (figure 5), caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de recherche d'images conforme à la revendication 11.

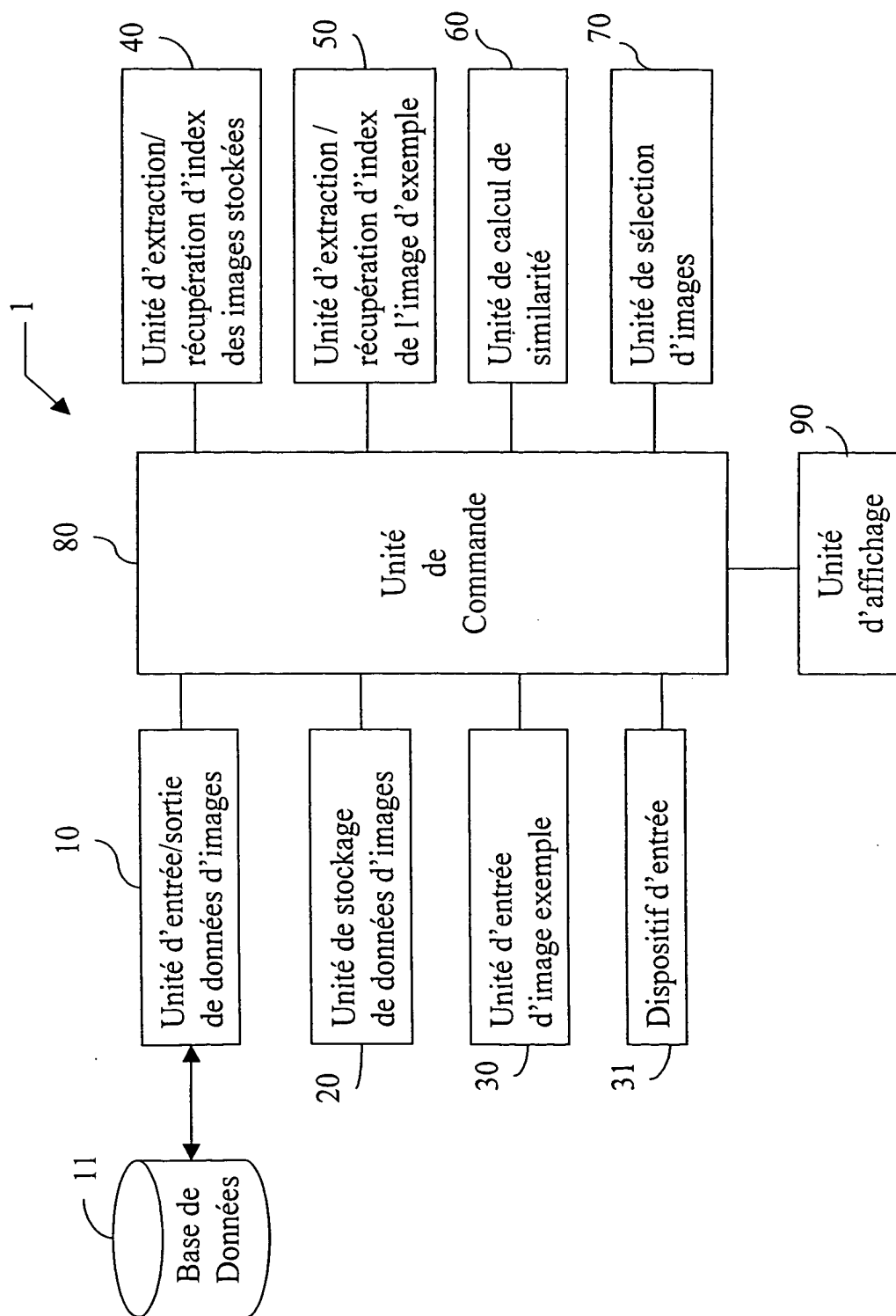


FIG. 1

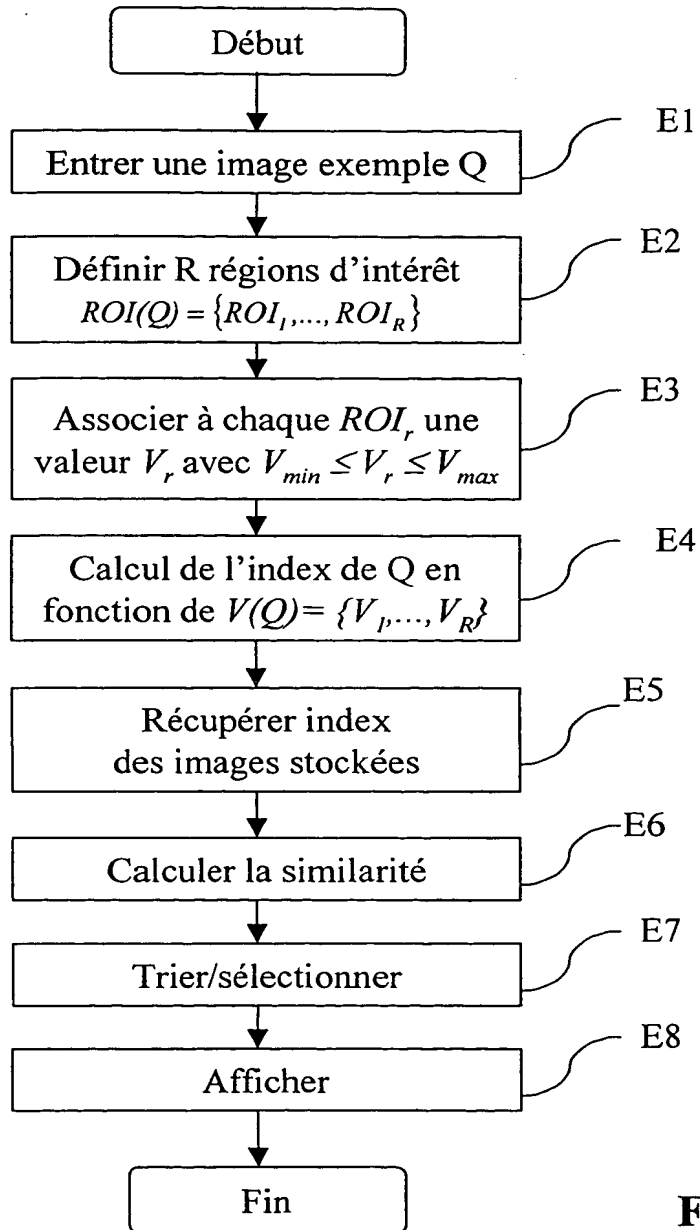


FIG. 2

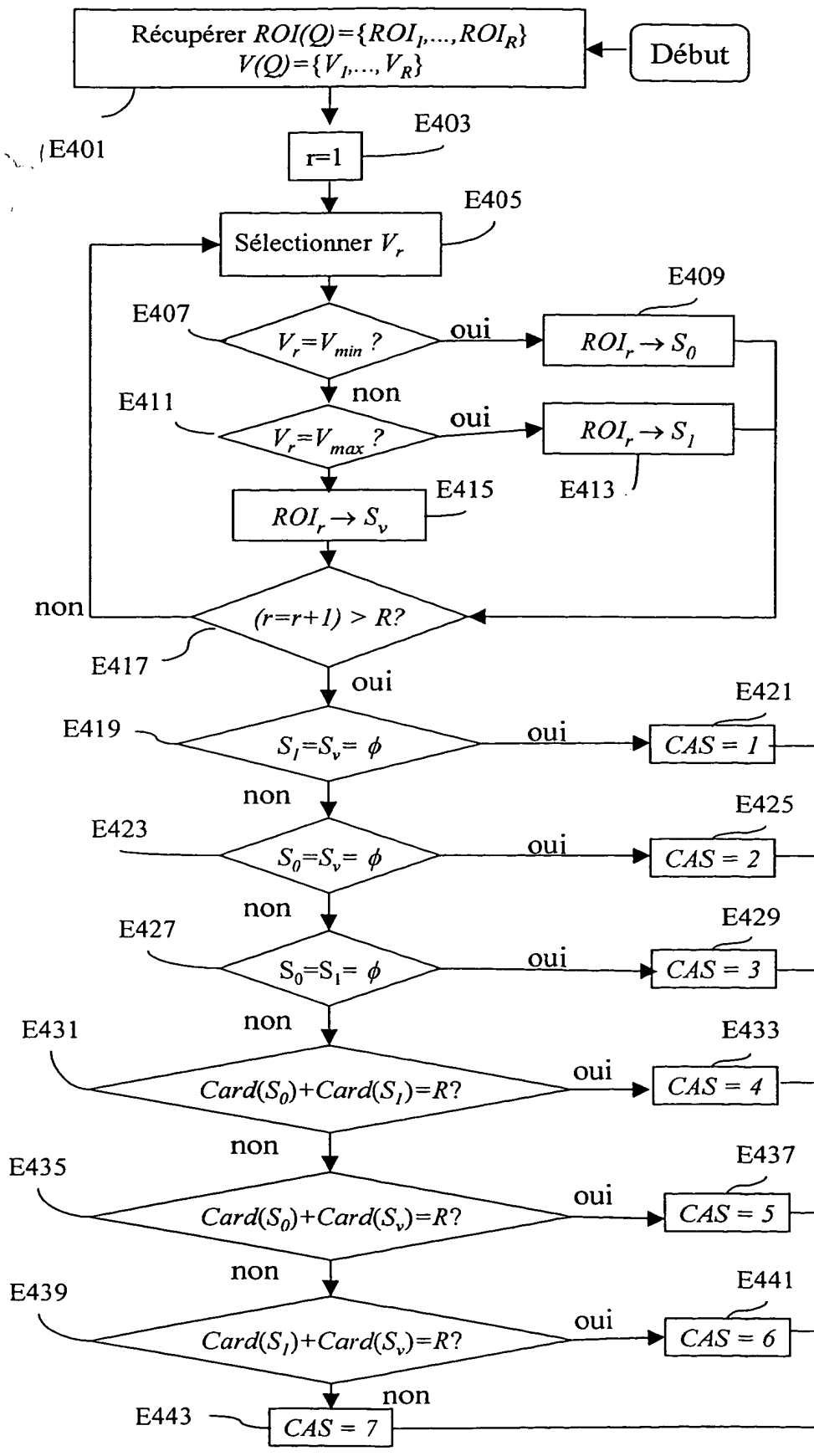


FIG. 3a

(Fig. 3b)

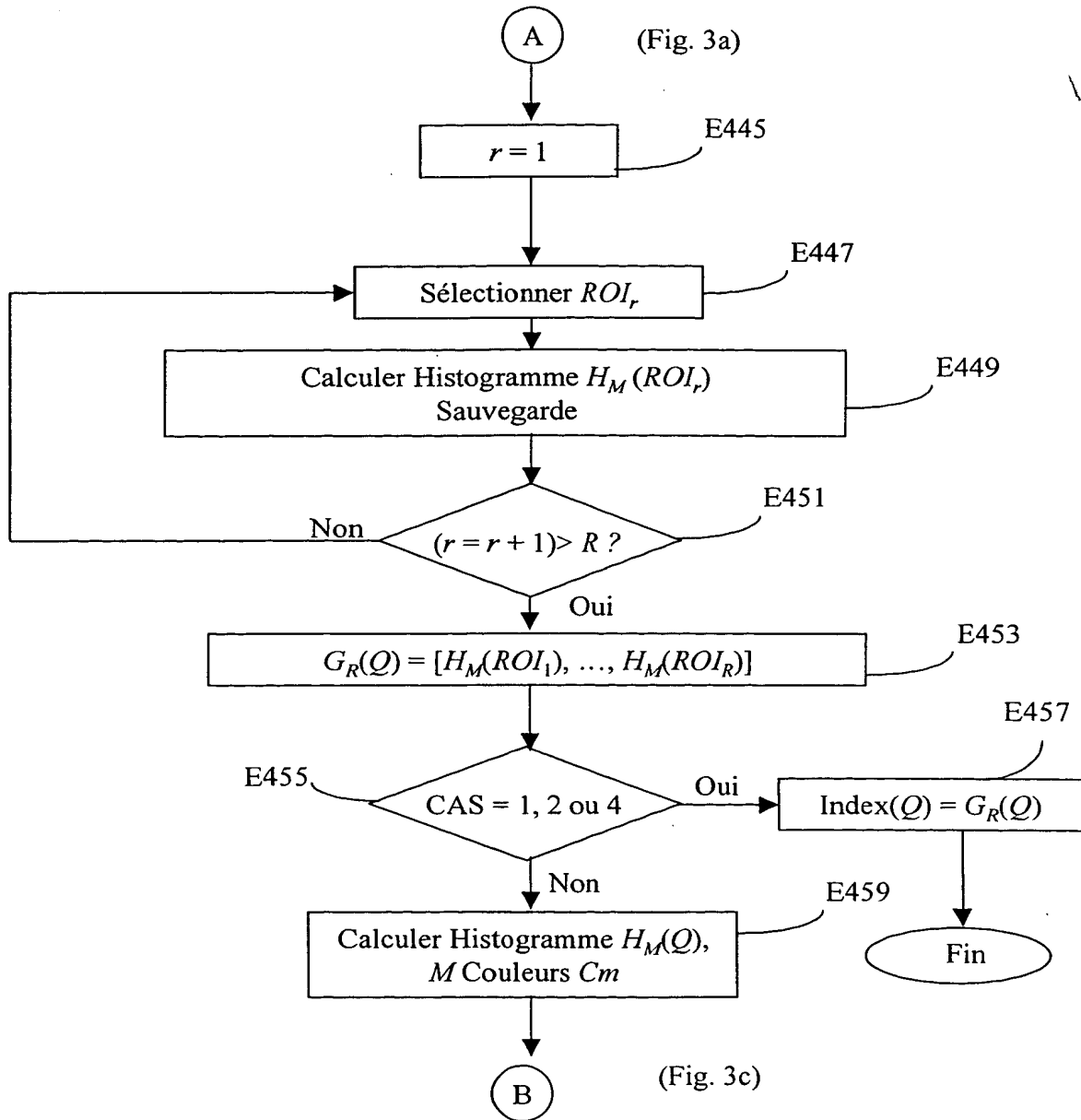


FIG. 3b

(Fig. 3b)

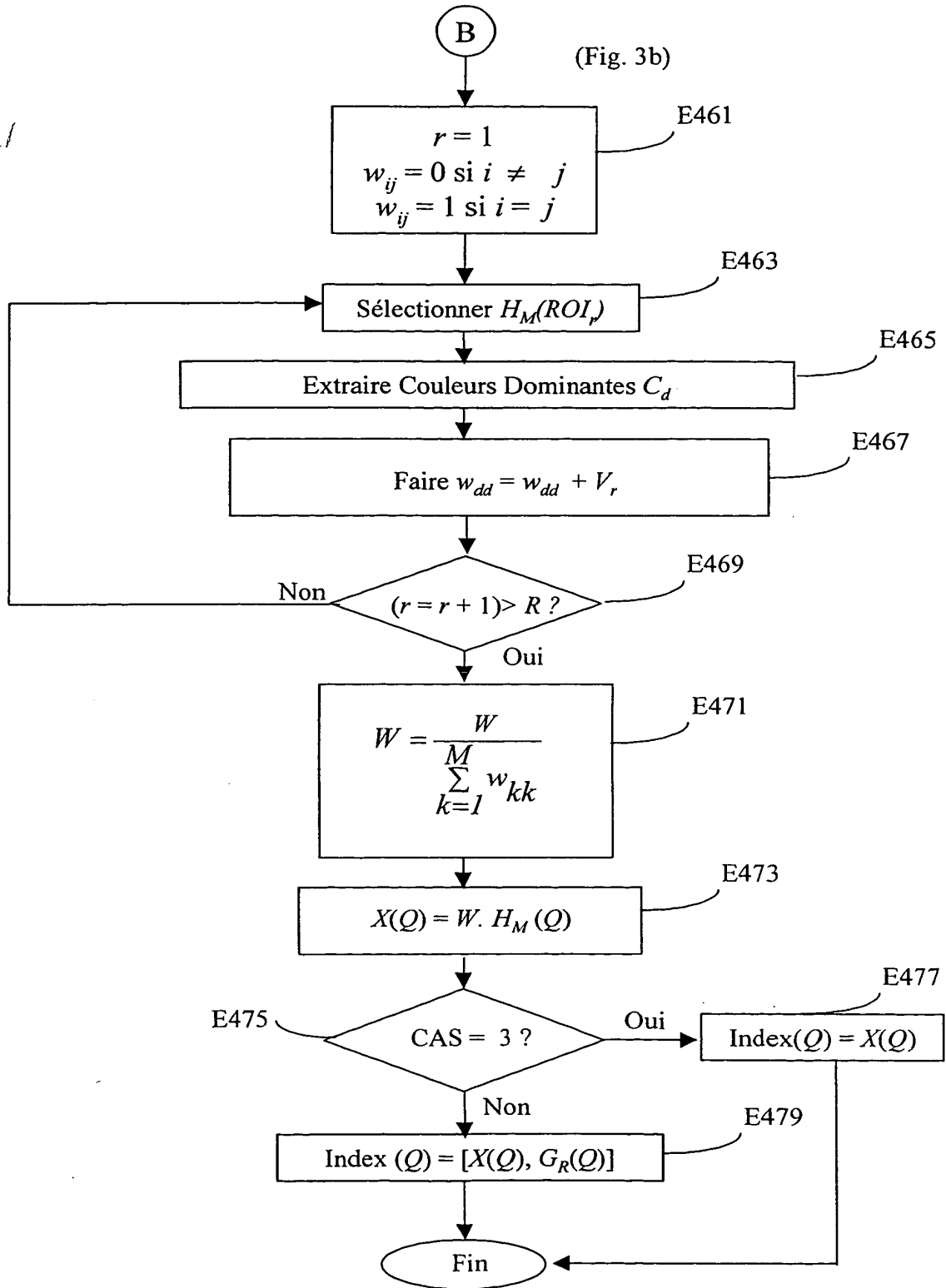


FIG. 3c

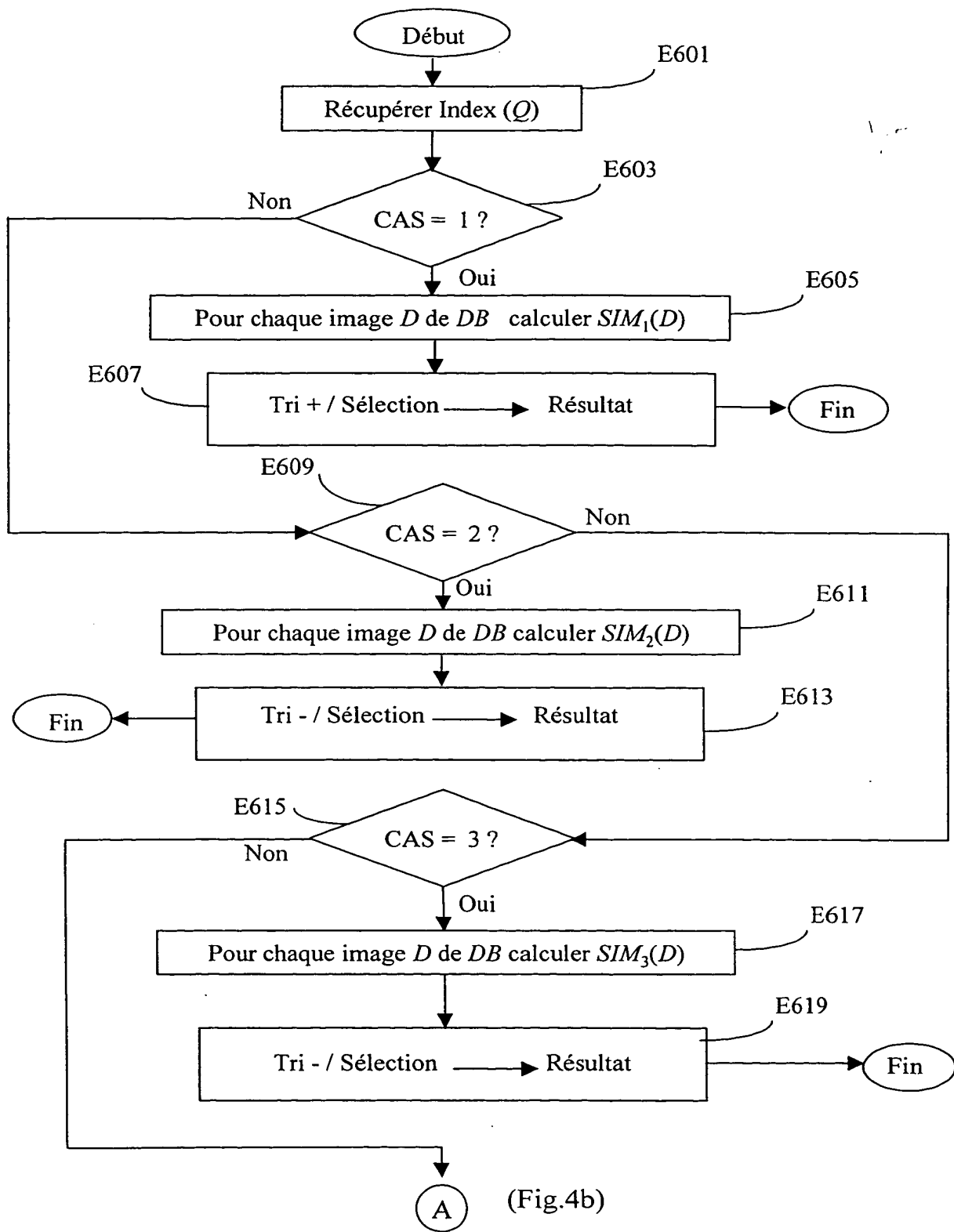


FIG. 4a

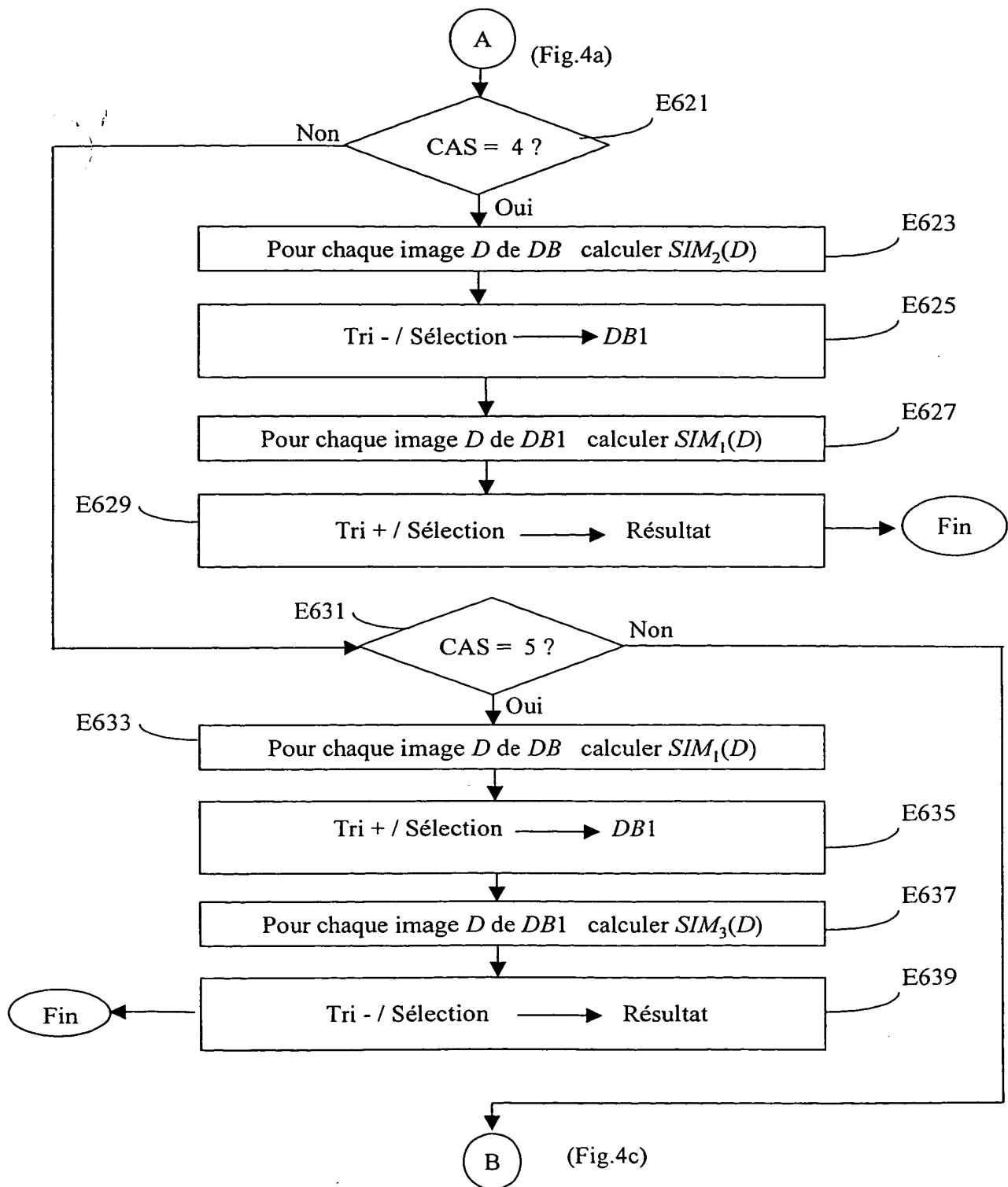


FIG. 4b

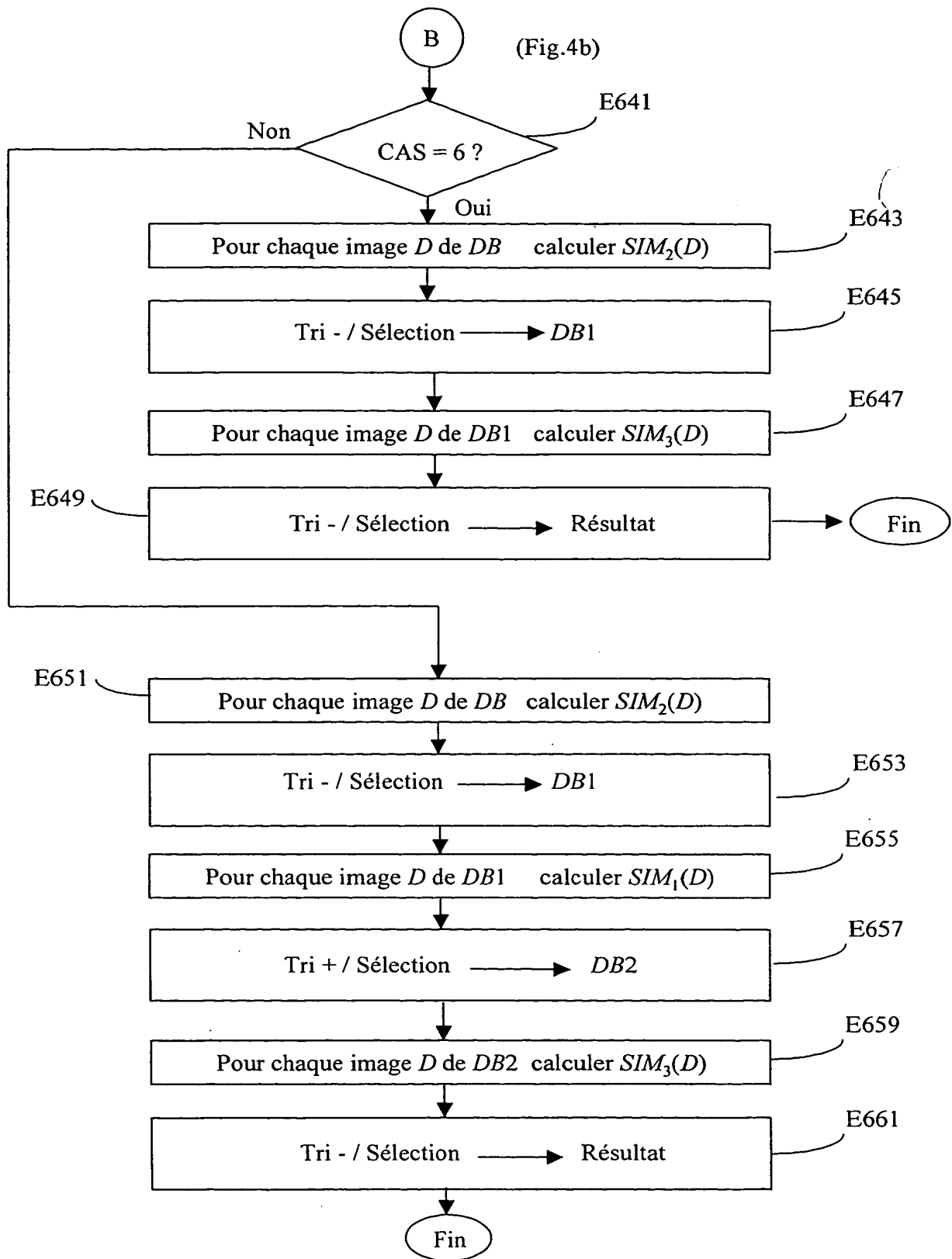


FIG. 4c

